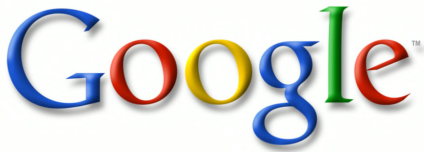




LES

BATEAUX SOUS-MARINS

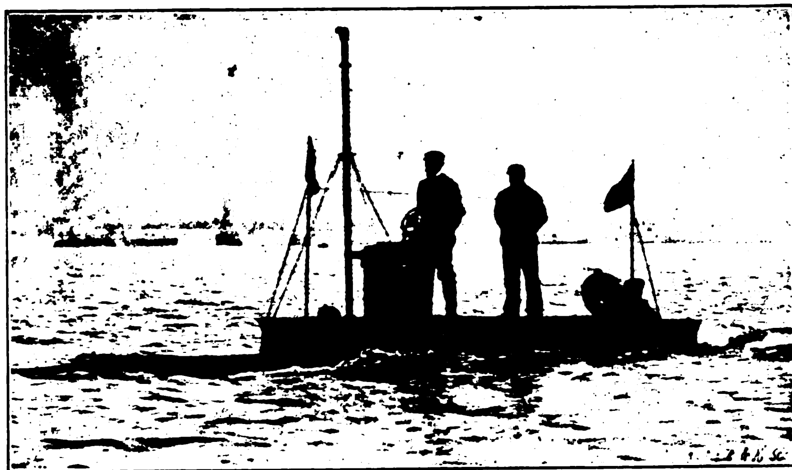
HISTORIQUE

PAR MM.

F. FOREST
Ingénieur-Constructeur,
Lauréat du Ministère de la Marine,
Concours du 18 février 1896 (Torpilleurs Sous-Marins)

H. NOALHAT
Ingénieur civil. Rédacteur et correspondant
de plusieurs revues techniques,
françaises et étrangères

Préface de A. SAISSY



PARIS
Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR
49, Quai des Grands-Augustins, 49

1900

LES

BATEAUX SOUS-MARINS

LES

BATEAUX SOUS-MARINS

HISTORIQUE

PAR MM.

F. FOREST
Ingénieur-Constructeur,
Lauréat du Ministère de la Marine,
Concours du 18 février 1896, Torpilleurs Sous-Marins

H. NOALHAT
Ingénieur civil, Rédacteur et correspondant
de plusieurs revues techniques,
françaises et étrangères

Préface de A. SAISSY



PARIS
Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR
49, Quai des Grands-Augustins, 49

1900

PRÉFACE

Pour un livre de Marine fait avec science et conscience, demander une préface à un journaliste, à un de ces hommes si hautainement traités de « marins en chambre », quelle idée, et combien digne de ceux qui, en préconisant l'étude, la construction, l'emploi des bateaux sous-marins, ne tendent à rien moins qu'à révolutionner la Marine !

Et pourquoi s'adresser à moi pour ces quelques mots d'introduction? Certes, j'ai à mon actif de sérieuses campagnes dans *le Mot d'ordre*, *l'Echo de Paris*, *l'Estafette*, *le Journal*, et combien d'autres... contre les abus dont souffre notre Marine, et j'ai, peut-être, quelque peu contribué à attirer l'attention du pays sur les dangers qui résultent pour lui de l'esprit routinier qui semble, plus qu'ailleurs, ancré dans l'Administration de la Marine. Mais ce qui me vaut de présenter ce livre au lecteur, c'est tout simplement, sans doute, la confiance et l'affection que j'eus le grand honneur d'inspirer, dans les derniers temps de sa vie, à l'amiral Aube.

Celui-là avait compris ! Si on eût suivi ses idées, si on eût exécuté son plan, la France serait, à cette heure, la plus grande puissance maritime du monde.

Amiral, il avait pensé qu'il ne suffisait pas d'être homme de mer, mais aussi homme de science ; savant, il voulait que ses investigations fussent guidées vers un but déterminé par la connaissance parfaite des besoins de la

nation; doué d'un sens politique des plus profonds, il avait l'intuition de l'avenir.

Lorsqu'en 1886, l'amiral Aube, alors Ministre de la Marine, ordonna de reprendre et de mener activement les études relatives aux bateaux sous-marins, les « grands archevêques » et les hommes de leur féodalité déclarèrent qu'il était fou, que jamais un sous-marin ne serait un bâtiment de guerre, que, tout au plus, il pourrait servir de cloche à plongeur, et que la navigation sous-marine ne devrait occuper que des romanciers, comme Jules Verne.

L'amiral Aube ne s'arrêta pas à ces critiques et, malgré les avis contraires du directeur du matériel, il commanda, à M. Goubet, un bateau sous-marin de petit échantillon et donna ordre à l'ingénieur Zédé de construire, *en dehors de tout contrôle des conseils de la Marine*, un navire sous-marin de plus fort tonnage, devant avoir une certaine autonomie et être pourvu d'un moteur électrique du capitaine Krebs, dont les essais sur la Seine avaient été suivis par le Ministre lui-même.

Ce que sont devenus *le Goubet*, *le Zédé*, on le verra plus loin dans ce livre; mais, si l'on avait suivi l'impulsion donnée par l'amiral Aube, la défense des côtes et des colonies serait, aujourd'hui, largement assurée contre toute attaque.

Quelques jours avant sa mort, l'amiral Aube m'écrivait de Toulon :

« Déjà le torpilleur, visible le jour, invisible ou à peu « près la nuit, s'est imposé comme le *pivot* de la défense « des côtes, et, en nombre suffisant, il *assure cette défense*. « Ici, tout le monde est d'accord. Quelle action décisive « n'auront donc pas les torpilleurs toujours invisibles ! je « veux dire les torpilleurs sous-marins, les *Goubets*, les « *Gymnotes*, les *Sirènes;* et pour cette action décisive, « qu'ont-ils besoin de réaliser *le Nautilus* de Jules Verne ?

« Tels quels, tels surtout que les feront les progrès assurés
« de demain, quand on voudra ces progrès, ils ont vaincu !
« Et alors que deviennent les prévisions fondées sur la
« mise en ligne des cuirassés monstres, des croiseurs cui-
« rassés, tous de par leur cuirasse, de vitesse inférieure de
« 2 nœuds au moins?

« Ils attesteront l'habileté industrielle de nos ingénieurs,
« mais encore plus le manque d'intuition, cette qualité maî-
« tresse des hommes d'État.

« Depuis l'invention de la vapeur et de l'hélice cinq Ma-
« rines de guerre ont été tuées, non par la guerre, mais par
« le manque d'intuition de l'avenir. Celle que nous mettons
« en chantiers aujourd'hui ira les rejoindre encore plus
« stérile qu'elle. Qui sait? ayant préparé l'effondrement de
« la France ! »

Et il disait dans cette même lettre :

« Toute force militaire doit être organisée en partant d'un
« principe supérieur : Comment se fera la guerre qui est son
« but unique? La première question qui se pose est donc :
« Que sera une guerre navale dans l'avenir? Sera-t-elle
« offensive ou défensive ou toutes les deux à la fois?

« Je ne veux pas recommencer, dans cette lettre, une
« démonstration qu'avec Gabriel Charmes, en 1884, et
« Pène-Siefert, en 1890, j'ai faite vingt fois. Cette guerre
« sera avant tout défensive.

« C'est donc les instruments de la défense qu'il faut pré-
« parer, organiser, rendre le plus effectifs possible. Or c'est
« moins encore à organiser les instruments de la guerre
« offensive que la Marine consacre les millions qui lui ont
« été votés, qu'à la création de mastodontes qui n'ont ni
« vitesse pour se mouvoir, ni dents pour mordre, ni même,
« en dépit de leurs puissantes armures, le moyen de se
« défendre, et qui, d'ailleurs, ne vivront de leur vie propre,

« celle dont ils sont capables, que dans cinq ou six ans,
« c'est-à-dire quand tout sera fini.

« Est-ce là le raisonnement d'un maniaque, entêté d'une
« idée fausse ? Je le voudrais; mais, hélas, combien j'ai
« raison ! »

L'amiral Aube confirmait ainsi les conversations qui avaient laissé dans mon esprit un impérissable souvenir.

Je le vois toujours le grand amiral : la blancheur de ses cheveux ne faisait que mieux ressortir la vivacité de son regard ; ses mouvements étaient précis, rapides ; on se sentait, de prime abord, en face d'une nature fortement trempée, à la fois résistante et flexible ; on devinait en lui l'homme de préparation et d'exécution. Quand on parlait de la France, de son avenir, des dangers que pouvaient lui faire courir les triples et les quadruples alliances, du rôle que la Marine serait appelée à jouer dans ses grands jours, l'amiral parlait avec une telle précision, une telle puissance, un si grand bonheur d'expression, qu'on se sentait remué, reconforté, convaincu. Hélas ! cet honnête homme, cette âme vaillante, cet esprit primesautier et fertile en améliorations et en découvertes, cet amiral ayant donné tant de preuves de courage, de désintéressement et de savoir, on le laissait de côté ; la féodalité feignait de l'ignorer ; elle ne lui pardonnait pas les terreurs qu'il lui avait causé au ministère ; la sottise routinière prétendait enterrer la science novatrice. Aube ne devait plus rien être ; c'était entendu, conclu. L'amiral le savait ; il n'en parlait pas souvent, mais que d'amertume dans son sourire quand il me dit :

« J'ai soixante-quatre ans ; dans un an, je serai atteint par la limite d'âge, bon débarras pour eux ! »

Il est mort ; mais son souvenir est vivant au cœur de tous ceux qui l'ont connu. Ses idées sont restées. Nous tenons de lui des enseignements précieux, de bons exemples de

courage, de modestie, d'abnégation. Les jeunes, dans la



L'amiral Aube.

Marine, n'oublient pas ses efforts; les temps approchent où ils prendront sa revanche.

Puisse ce livre y aider! Il paraît à une heure solennelle : la France est menacée, aujourd'hui, plus qu'elle ne l'a jamais été.

Au lendemain de Fachoda, devant les insolences anglaises, le Ministre qui était alors rue Royale avait compris son devoir; il s'était mis à l'œuvre avec ardeur; il avait paré au plus pressé; il s'était rendu compte de ce qu'il fallait à la marine. M. Lockroy s'était entouré d'officiers pour lesquels le programme de l'amiral Aube n'était pas une chimère. L'étude des sous-marins était poussée avec activité, et si M. Lockroy était resté au Ministère, nous aurions, à cette heure, un nombre important de ces instruments de combat si précieux et si indispensables; mais il fut remplacé, et, selon l'usage, son successeur, pièce à pièce, se mit à démolir ce qui avait été fait de mieux, de sorte qu'aujourd'hui nous nous retrouvons dans une situation aussi difficile et sans avoir rien réalisé de pratique, d'immédiat. Nous agissons toujours comme si nous avions le temps devant nous, et l'énorme budget de la Marine et les crédits supplémentaires demandés pour l'armement vont être, si l'on n'y prend garde, encore inutilement dépensés.

On rend sur mer les bals que l'on reçoit à terre. C'est un engrenage : un peu de pain pour manger, un peu de confiture pour achever son morceau de pain, et cela va ainsi, et il n'y a que les empêcheurs de danser en rond qui puissent s'en plaindre.

On ne voit donc pas le péril qui s'amasse et qui fondra sur nous du nord au sud?

On ne dansera plus alors, on se battra bravement; on se fera sauter au besoin. On déploiera tant de tardive énergie, tant d'héroïsme qu'on arrivera peut-être, dans certains cas, à forcer la victoire à suivre ces navires, « bons à donner à danser », comme disent les Américains.

Si la guerre avait éclaté l'année dernière, presque toutes nos grandes villes maritimes et quelques-uns de nos arsenaux auraient été bombardés et brûlés, avant que nos escadres eussent été à même de tenter une défense.

La situation, aujourd'hui, est-elle meilleure? Nos moyens de défense fixe se sont-ils accrus sensiblement? ceux de notre défense mobile ont-ils augmenté dans les mêmes proportions que les forces offensives de nos ennemis probables?

Le Ministre de la Marine connaît la gravité de la situation; le Parlement ne l'ignore pas, mais on ne fait rien. Il ne nous reste plus d'espoir que dans l'initiative individuelle de ces chercheurs infatigables, de ces hommes de science et de foi qu'enfièvre le souci du lendemain.

A. SAISSY.

LES BATEAUX SOUS-MARINS

INTRODUCTION

L'utopie est la vérité de demain, dit un philosophe. Hier encore la navigation sous-marine était une utopie; c'est à présent un problème aux trois quarts résolu. A l'avenir d'en dégager la dernière inconnue. Déjà les expériences multiples d'inventeurs inlassables, des chercheurs de tous pays, ont projeté dans le mystère des eaux une gerbe de lumineux rayons; demain achèvera l'œuvre immense, mûrira la moisson que les prédécesseurs ont fait germer. Les travailleurs de la mer, les pionniers de l'océan, tous ceux qu'attirent, vers les profondeurs glauques, les richesses ensevelies ou la curiosité scientifique, seront, grâce aux sous-marins, exempts des dangers multiples, des souffrances qu'offre aux audacieux ce champ immense à peine exploré.

Par l'instinct de défense, parce qu'en ce temps la force est la seule garantie de la paix, c'est à la guerre maritime que semblent profiter tout d'abord les inventions et les découvertes; mais les applications industrielles en peuvent être innombrables; ainsi les moyens de détruire sont en même temps des moyens d'augmenter le bien-être et d'alléger les peines de l'humanité.

Dans vingt ans il y aura des cartes sous-marines, aussi complètes que les cartes terrestres; où les profondeurs seront

décrites. L'on saura les richesses, la faune et la flore des eaux ; la géologie des bas-fonds, les lois qui régissent la configuration du sol sous-marin seront déterminées.

Nous avons été frappés du peu de livres où cette palpitante question a été traitée, et surtout de les trouver si incomplets.

Le concours ouvert, il y a deux ans, au Ministère de la Marine pour l'élaboration d'un projet de torpilleur sous-marin semble marquer le centenaire des premières tentatives sérieuses de navigation sous-marine faites, en France, par Robert Fulton en 1797. Le problème qui passionne la fin du XIX[e] siècle était déjà au premier rang des préoccupations à la fin du XVIII[e]. A quel point les inventeurs sont aujourd'hui plus près de la solution, de quelle façon ils s'en sont rapprochés, quelles étapes ont marqué la route parcourue, quelles difficultés ont été surmontées et comment elles l'ont été, c'est ce qui apparaît assez nettement dans les pages de l'ouvrage que nous présentons au lecteur.

De récents événements, la perpétuelle menace de l'Angleterre, la guerre hispano-américaine, enfin les essais du *Gustave-Zédé* et les discussions du *Congrès de la Paix*, — ont mis au premier rang de l'actualité le problème de la navigation sous-marine.

Aussi apportons-nous le fruit de nos recherches lentes et passionnées. Nous n'avons pas l'ambition de produire ici des solutions neuves ni de donner une œuvre personnelle ; nous avons voulu glaner toutes les découvertes et toutes les hypothèses, réunir le plus grand nombre possible d'indications, décrire les appareils et leur fonctionnement avec leurs qualités et leurs défauts respectifs, dire enfin la marche de l'idée sur la route des réalisations définitives.

Notre seul désir est d'aider, par ce travail, les chercheurs, les mécaniciens et les ingénieurs que tente le mystérieux problème.

Grâce à ce résumé de tous les efforts et de leurs résultats, ils ne seront pas réduits à tâtonner dès le début, à refaire, chacun pour son compte, avec les mêmes difficultés, les mêmes retards, tout le chemin de ceux qui les précédèrent.

Nous nous sommes donc appliqués à réunir les documents concernant tous les navires sous-marins de tous les pays, afin de décrire les divers types, depuis l'Américain Bushnell jusqu'à ceux actuellement en construction.

Nous avons voulu établir la genèse et l'enfance des sous-marins, espoir de la marine future, guerrière et pacifique.

Ainsi avons-nous pu constater quelles difficultés les inventeurs rencontrent pour connaître les systèmes différents, les appareils à perfectionner, ou ceux dont le principe doit servir de base à leurs recherches personnelles. Une stupéfaction nous vint, à mesure que s'avançait notre travail, de trouver rebelles à toutes communications, au sujet de leurs recherches et des résultats, la majorité des inventeurs nautiques de France.

Loin de nous la pensée de divulguer d'importants secrets ; les navires dont nous voulons parler sont ou seront inutiles ; nombreuses sont les hypothèses et les projets impraticables, d'où, cependant, une indication utile peut surgir.

La plupart des inventeurs industriels ont agi de même à notre égard, soit qu'ils redoutent une concurrence de recherches, soit exclusivisme, de crainte de ne pas rester à la tête d'un courant d'idées dont ils pensent tenir les fils.

Les Amirautés d'Angleterre et des États-Unis ont, au contraire, facilité de tout leur pouvoir notre tâche ardue. Peut-être ces puissances doivent-elles à la publicité des efforts et à leur organisation facilitant la prise des brevets d'inventions, l'émulation qui les met aux premiers rangs pour tout ce qui concerne les découvertes en général.

Ne serait-il pas temps qu'en notre pays la lumière scientifique soit plus intensément projetée? Est-ce à la France, si ardente et si active, de cacher si jalousement les trésors de génie de ses inventeurs? Les idées scientifiques et les réalisations sont des semences qu'il faut jeter au vent des poussées, si l'on veut qu'elles fructifient.

Le présent ouvrage est divisé en deux livres distincts.

Le premier fait l'historique de la navigation sous-marine. Nous avons pu suivre la marche et le progrès de la science nautique en nous attachant à décrire les successifs appareils construits en chaque pays depuis environ un siècle. Nous avons fait tout notre possible pour classer, selon l'ordre chronologique, les navires dont les essais furent faits, ainsi que les divers projets et brevets d'invention présentés pendant ce même laps de temps. Viennent les expériences et les hypothèses ensuite, gerbées de façon à faire ressortir les principes qu'elles ont établis et les résultats obtenus. Nous ne pouvons résumer ici cet historique; la place en est dans le cours de l'ouvrage.

Le deuxième traite des conditions multiples de la navigation sous-marine, livre dans lequel nous avons voulu résumer les indispensables principes de stabilité, de direction, de force motrice, etc.

Par les résultats divers obtenus par les inventeurs, ce tableau comparatif — si nous osons désigner ainsi cet aperçu — permettra, aux nouveaux venus, de réunir, en des navires nouveaux, les avantages dispersés entre divers types. Des hypothèses même et des théorèmes pratiques sont ainsi posés, avec les solutions partielles et les formules qu'un effort nouveau peut réaliser.

Nous l'avons dit déjà : c'est en absolue modestie que nous avons décrit les travaux des inventeurs. Si quelques-unes des

vues exposées en cet ouvrage en forme de conclusions semblent personnelles, ne dérivent-elles point des comparaisons et des exemples viables des ingénieurs dont nous mettons les œuvres en lumière? Nous n'avons rêvé que d'être utile aux chercheurs présents et futurs, en établissant un guide pratique afin de faciliter leurs travaux préliminaires.

Pour ceux qui redoutent et blâment les meurtriers engins et les découvertes guerrières, nous redirons, sûrs de la vérité de nos paroles, la nécessité de fonder sur de telles découvertes la paix universelle future.

Les pêcheurs, les ouvriers de marine, les plongeurs de tous métiers sous-marins devront des garanties vitales à ces mêmes navires, par qui d'autres existences seront détruites.

Que dirait-on d'un génie dont l'invention sauverait des millions d'humains à travers les années, et qui, par le scrupule d'aider à la guerre, laisserait improductive son œuvre?

C'est à l'avenir qu'il appartient de répartir, selon les circonstances et le temps, les rôles des engins, des efforts et des puissances humaines.

LIVRE I

HISTORIQUE

Coup d'œil rétrospectif sur la question. — Il semble, de prime abord, qu'il ne soit pas nécessaire de remonter bien loin pour trouver la première tentative de navigation sous-marine, et point ne sont rares ceux qui, parmi les praticiens de l'art naval, ignorent ou semblent ignorer les efforts et les essais autres que ceux qu'ils ont tentés eux-mêmes dans ces dernières années.

C'est là une erreur qu'il importe de dissiper, d'abord et non seulement à cause de l'intérêt historique incontestable que peuvent présenter les travaux plus anciens, mais encore et surtout en raison des idées curieuses qui y furent mises en jeu et dont il est peut-être possible de tirer des données pratiques et fécondes.

Une revue rapide des documents historiques que nous possédons à ce sujet va d'ailleurs éclairer notre religion; et, fait qui sans doute surprendra plus d'un, nous y trouverons l'apparition embryonnaire du cuirassé, déjà chez les Grecs et les Phéniciens.

Aristote, dans ses problèmes, nous fait la description complète d'une sorte de cloche à plongeur qu'il appelle λέβητα; le premier emploi en fut fait au siège de Tyr en l'an 332, avant notre ère. « On procure, dit-il, aux plongeurs la faculté de respirer, en les faisant descendre dans une chaudière ou cuve d'airain.

Cette cuve ne s'emplit pas d'eau et conserve l'air, si on l'assujettit à s'enfoncer verticalement; si on l'incline, l'eau y pénètre par dessous. » Alexandre de Macédoine en fit usage régulièrement dans toutes ses campagnes maritimes.

Ce ne fut que plus tard, lorsque Démétrius Poliorcète assiégeait la ville de Rhodes, que l'on vit apparaître les premiers cuirassés. C'était en 305 avant Jésus-Christ, et déjà on avait imaginé de revêtir extérieurement la carène des navires de lames de fer pour les préserver de l'incendie.

Nous ne citerons que pour mémoire le fait relaté par Bohaddin, historien arabe qui vivait vers l'an 1150, et d'après qui un plongeur avait imaginé des machines qu'il appelle soufflets et par le moyen desquelles il parvenait à s'introduire dans Ptolemaïs bloqué par les croisés.

N'insistons pas, d'ailleurs, sur toutes ces tentatives que nous ne pouvons même pas entièrement juger, faute de documents assez nombreux et précis; arrivons tout de suite à l'époque plus récente où, dans une histoire dégagée de la poésie et de la légende qui embellissent, en les troublant, les récits des conteurs grecs, nous verrons s'effectuer de véritables essais de navigation sous-marine au moyen d'appareils hermétiquement clos de parois étanches.

Rendant compte des études faites sur une cloche-plongeur, en présence de Charles-Quint, à Tolède, en 1538, François Bacon termine son récit par cette phrase curieuse : « Nous « avons ouï dire qu'on avait inventé une autre machine, en « forme de petit navire, à l'aide de laquelle des hommes pou- « vaient parcourir sous l'eau un assez grand espace. »

Ce serait peut-être l'origine réelle des bateaux sous-marins; il faut toutefois, avant de se prononcer, craindre que Bacon n'ait usé en cet endroit que d'un aphorisme imaginatif dont il était fort coutumier (*Bulletin technique*).

LES BATEAUX SOUS-MARINS

Cornélius Van Drebbel, médecin hollandais et ami personnel de Jacques Ier, roi d'Angleterre, un des nombreux savants à qui l'on attribue l'invention du thermomètre, construisit à Londres, vers l'année 1620, son premier bateau sous-marin.

Voici, d'après un écrivain de l'époque, M. Harsdoffer, comment Van Drebbel aurait été amené à construire ce bateau. « Un jour qu'il se promenait sur la Tamise, dit cet écrivain, Drebbel vit des marins qui traînaient derrière leur barque des paniers remplis de poissons; il observa que les barques enfonçaient considérablement dans l'eau, mais qu'elles se relevaient un peu lorsque les paniers tendaient avec moins de force le cordage auquel ils étaient attachés. Cette observation lui fit penser qu'un navire pouvait être tenu sous l'eau par un système semblable et être mis en mouvement par des rames et des perches. Quelque temps après, il fit construire deux petits navires de cette nature, mais de différentes grandeurs, qui étaient bien fermés avec du cuir gras, et le roi lui-même (Jacques Ier) navigua à bord de l'un d'eux dans la Tamise. »

Le chimiste anglais Robert Boyle, relativement à cette expérience, dit qu'il y avait dans cette embarcation sous-marine douze rameurs, outre les passagers. Elle vogua parfaitement entre deux eaux jusqu'à la profondeur de 12 ou 15 pieds, et le voyage dura plusieurs heures.

« Drebbel avait découvert, dit son gendre, le Dr Keiffer, que l'air contient un fluide qui sert particulièrement à la respiration, et il avait composé une sorte de liqueur qu'il appelait *quintessence d'air*. »

Il suffisait de répandre quelques gouttes de cette liqueur pour donner aux personnes renfermées dans une atmosphère corrompue la faculté de respirer aussi agréablement que si elles se fussent transportées sur la plus belle colline.

L'abbé de Hautefeuille, dans la brochure parue en 1680, et intitulée *Manière de respirer sous l'eau*, s'exprime ainsi :

« Le secret de Drebbel devait être la machine que j'ai imaginée et qui consiste en un soufflet à deux soupapes et deux tuyaux aboutissant à la surface de l'eau, l'un apportant de l'air et l'autre le renvoyant. En parlant d'une essence volatile qui rétablissait les parties nitreuses consumées par la respiration, Drebbel voulait évidemment déguiser son invention et empêcher qu'on ne la découvrît. »

Van Drebbel mourut en 1634 sans avoir terminé ses études dont il ne fit, du reste, aucune publication.

En fait, la question était posée ; précédemment, Williams Bourne en 1580, Magnus Pegelius en 1604, avaient étudié des engins qui devaient se comporter comme machines à plonger ou comme bateaux sous-marins.

Les descriptions qu'ils ont laissées manquent de détails et surtout de clarté ; il ne serait pas téméraire d'ailleurs de prêter à leur conception un peu de l'obscurité de leur style ; néanmoins leurs travaux demeurent, et ils sont les véritables initiateurs d'un art qui tend aujourd'hui à prendre une importance capitale.

Voyons maintenant un peu, par ordre chronologique, les essais qui furent tentés par la suite.

P. Mersenne (1634)

En cette même année 1634, un religieux de l'ordre des Minimes, le P. Mersenne, dans une brochure intitulée : *Questions théologiques, physiques, morales et mathématiques*, où il donne la description d'une embarcation sous-marine, fit faire un grand pas à la question. Ses judicieuses observations valent d'être notées.

Il indiqua d'abord l'emploi d'une coque métallique qui devait être volumineuse, puis il fit remarquer que, d'après les indications mêmes de la nature, la forme type du bateau sous-marin devrait être celle d'un poisson. Il ajouta toutefois que,

afin de pouvoir marcher dans les deux sens sans virer de bord, il serait convenable de terminer le bateau en fuseau à l'arrière comme à l'avant.

Cette embarcation était destinée à défoncer, en temps de guerre, la carène des vaisseaux ennemis. En face des sabords étaient placés de gros canons, appelés *colombiades*. Une garniture avec soupape empêchait l'introduction de l'eau. Au moment du tir, les canons étaient amenés près des ouvertures, et l'on soulevait la soupape; le coup parti, celle-ci retombait automatiquement par l'effet du recul de la pièce.

Le premier, il parle du renouvellement de l'air au moyen de machines pneumatiques et de ventilateurs, et il avance, affirmation audacieuse pour son temps, que l'aiguille aimantée se comportera entre deux eaux comme à la surface.

Enfin il déclare que les tempêtes même les plus violentes ne sont qu'une agitation superficielle que le bateau sous-marin pourrait éviter, et c'est là aujourd'hui un fait reconnu et régulièrement constaté.

Ce furent d'ailleurs les idées de Mersenne, souvent raillées sa vie durant, qui guidèrent ultérieurement les constructeurs.

Ce n'est que vingt ans plus tard qu'un ingénieur français construisit, à Rotterdam, un sous-marin rappelant celui de Van Drebbel, mais de dimensions plus grandes. Il mesurait 72 pieds de longueur, 12 de hauteur et 8 de large. La propulsion devait être obtenue par une roue à aubes articulées.

Les résultats d'expériences sont restées complètement ignorés.

Day (1663). — Borelli (1680). — Symons (1749)

Le marquis de Worcester, dans son *Century of inventions* (1663), parle d'un certain Day, mécanicien à Yarmouth, qui construisit un bateau sous-marin de petites dimensions, avec lequel il réussit à faire une première immersion de plusieurs heures, dans le détroit de Plymouth, en 1674.

La deuxième immersion devait lui coûter la vie, ainsi que

celle de l'équipage. Le navire s'immergea et ne revint plus à la surface; toutes les tentatives faites pour le retrouver restèrent sans résultat.

Vers l'année 1680, Borelli donna la description d'un navire sous-marin d'une grande simplicité; à la partie inférieure de la coque se trouvent placées des outres qui communiquent avec l'eau extérieure; elles sont comprimées entre un plateau et le bordé de la coque; lorsque l'on desserre le plateau, l'eau entre dans les outres et le bateau s'immerge; si l'on comprime les outres, l'eau est rejetée et le bateau revient à la surface; de tous les moyens d'immersion, c'est assurément le plus simple.

En 1747, le *Gentleman's Magazine*[1] signale, dans les eaux de la Tamise, l'apparition d'un bateau sous-marin construit par un nommé Simons, ainsi qu'un second en forme d'œuf (*fig.* 1). La propulsion de ce dernier était obtenue à l'aide de



Fig. 1.

quatre paires d'avirons; l'immersion se faisait également comme dans celui décrit par Borelli, au moyen de l'introduction d'un lest d'eau dans des outres en cuir.

L'illustration que nous reproduisons d'après le journal anglais est le plus ancien document en ce qui concerne la navigation sous-marine.

Jusqu'à cette date 1749, rien de nouveau ne s'était pro-

[1] *Gentleman's Magazine.*

duit ; il allait en être autrement sous l'impulsion donnée par la guerre de l'Indépendance des Etats-Unis.

BUSHNELL (1773)[1]

David Bushnell, ouvrier américain, inventa le premier bateau sous-marin ayant réellement navigué dans des conditions *sérieuses*, et donné des résultats incontestables ; il mit quatre

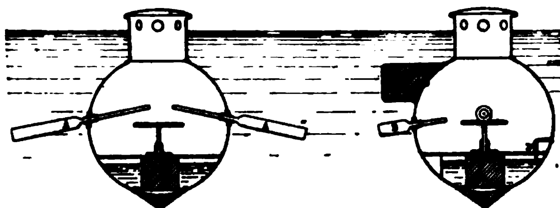


FIG. 2 et 3. — *La Tortue* (Bushnell) selon un autre document.
Beau-Tortue : diamètre, 2m,50 ; propulsion au moyen de rames ; immersion par introduction d'eau ; armé d'une torpille rudimentaire ; construit en cuivre.

ans à construire ce petit navire qui avait la forme d'une tortue ; c'est le nom qui lui est resté.

Si la forme à laquelle il doit son nom était peu favorable à la vitesse, elle assurait du moins à cet étrange esquif une grande stabilité. *La Tortue* ne pouvait contenir qu'une seule personne, avec une provision d'air suffisante pour une immersion d'une demi-heure. Sous la coque, dont la partie inférieure servait de réservoir d'immersion, était fixée une masse de plomb formant lest. La propulsion était obtenue au moyen de deux avirons passant dans deux doubles douilles en cuir gras. Ces douilles permettaient au navigateur sous-marin de tourner les avirons sur champ ou à plat, en les ramenant soit en arrière, soit en avant.

Selon certains auteurs, David Bushnell employait non pas des avirons, mais de véritables hélices de sustentation et de

[1] *L'Illustration*.

propulsion actionnées par des manivelles. Les figures 4 et 5 traduisent cette version peu vraisemblable d'après laquelle il faudrait attribuer à Bushnell et reculer de cinquante ans la découverte de l'application de l'hélice à la navigation, qui a fait la gloire de Sauvage.

Quoi qu'il en soit et même en refusant à Bushnell le mérite d'avoir le premier employé l'hélice, on doit reconnaître que son coup d'essai était, à bien d'autres titres, un coup de maître.

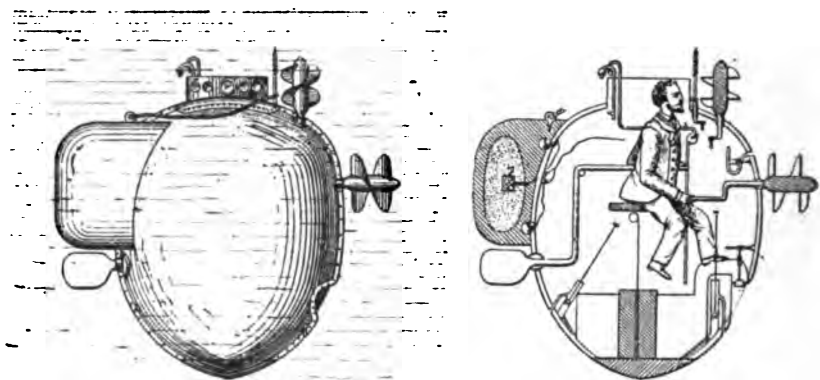


Fig. 4 et 5.

Son sous-marin embryonnaire possédait à l'état rudimentaire, tous les organes dont se sont servis les inventeurs, mieux servis par les progrès de la mécanique, qui lui ont succédé. Réservoir d'immersion, pompes d'immersion et d'émersion à doubles clapets, poids de sûreté, compas et tube de niveau, robinet d'immersion placé sous le pied du pilote, prises d'air munies d'obturateurs pour prévenir tout accident. Les ouvertures étaient soigneusement consolidées. Tous les organes nécessaires aux manœuvres étaient bien à portée de la main, le compas et le baromètre étaient rendus visibles par phosphorescence.

A la partie supérieure, une douille laissait passer une tige de fer terminée par une vis à bois, destinée à être fixée au flanc du navire à torpiller. A l'arrière du sous-marin était suspendue et retenue par une vis et deux cordes une caisse con-

tenant une forte charge de poudre et un détonateur. Cette torpille était lâchée par la vis que l'on desserrait de l'intérieur; elle était plus légère que l'eau, et devait, lorsqu'elle était reliée à la vis, se fixer au flanc du navire; le torpilleur pouvait ensuite s'éloigner sans être vu.

Un mouvement d'horlogerie était disposé à l'intérieur de la torpille, il pouvait fonctionner pendant dix heures. Cet appareil déclenchait un percuteur qui enflammait la charge de poudre; mais il ne pouvait se mettre en mouvement que lorsque la torpille quittait le torpilleur.

Comme l'on peut en juger par cette description, Bushnell avait cherché la perfection, et son petit navire est resté le type de bateau sous-marin portant presque tous les organes nécessaires à la navigation sous-marine.

En 1776, David Bushnell ayant obtenu du général américain Parsons de se servir de son sous-marin pour attaquer la flotte anglaise mouillée au nord de l'île Staten, le sergent Ezra Lée s'en fit expliquer le fonctionnement; après plusieurs essais, il tenta, par une nuit tranquille d'attaquer un des navires anglais; il se fit remorquer par deux canots; il manœuvra pour descendre sous le navire; mais il ne put parvenir à fixer sa torpille, le navire étant doublé en cuivre.

Le sous-marin n'offrant pas un point d'appui assez résistant pour percer le cuivre, le pilote, inhabile à manœuvrer son bateau, perdit de vue son adversaire, mais ayant abandonné sa torpille dans les eaux du bâtiment anglais; une heure après, la torpille fit explosion, soulevant une haute gerbe d'eau, à la grande terreur de l'équipage du navire attaqué, qui ne se doutait pas du danger qu'il avait couru.

David Bushnell comme la plupart des inventeurs, fut déçu dans ses espérances, ce qui ne l'empêcha pas de vivre très longtemps loin de son pays jusqu'à l'âge de quatre-vingt-dix ans.

Fulton (1800-1801)

Robert Fulton, le célèbre mécanicien américain, l'un des inventeurs des bateaux à vapeur, reprit en France, en 1797 les idées de son compatriote Bushnell, il offrit ses services au Directoire. Une Commission chargée d'examiner son projet se montra favorable; mais le Ministre de la Marine se déclara hostile à cette tentative. Fulton exécuta un modèle de son sous-marin qu'il présenta à nouveau au Directoire qui, cette fois, nomma une Commission dont le rapport fut favorable, mais après un assez long délai, Fulton apprit du Ministre de la Marine que son projet était complètement rejeté, il eut le même sort auprès du Gouvernement hollandais.

De quel courage admirable était doué ce chercheur pour ne pas se rebuter devant tant de mauvais vouloir !

Trois ans plus tard, Fulton s'adressa à Bonaparte, premier

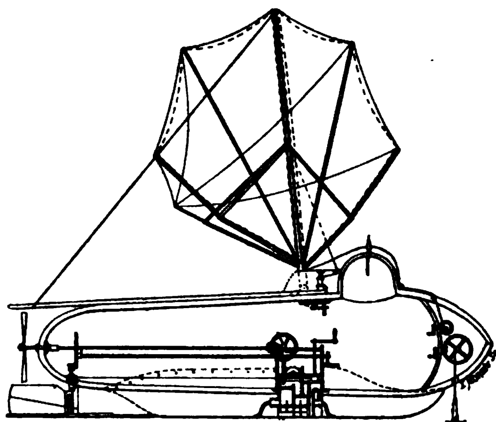


Fig. 6. — *Nautilus.*

Longueur, 6m,50; diamètre, 2 mètres; propulsion au moyen d'une voile en émersion et d'une roue actionnée à bras en immersion; immersion par introduction d'eau; construit en fer et cuivre.

consul, qui chargea Laplace, Monge et Volney d'examiner ses projets et lui fit allouer 10.000 francs. Fulton construisit son bateau sous-marin de 1800 à 1801; il lui donna le nom de *Nautilus.*

La coque (*fig.* 6) avait la forme d'un cigare de 2 mètres de diamètre ; les membrures étaient en fer ; le bordé, en cuivre ; le sous-marin était muni d'un mât qui se rabattait avec son gréement et sa voilure dans une rainure sur le pont.

La roue placée à l'arrière, qui donnait la propulsion, était actionnée par des manivelles tournées par l'équipage.

Le Nautilus, terminé en mai 1801, fut essayé dans la Seine, aux Invalides. Fulton s'y était embarqué avec un matelot; ils immergèrent *le Nautilus* pendant vingt minutes, avec une chandelle allumée pour tout éclairage ; ils revinrent à la surface, bien loin de leur point de départ.

Plongeant à nouveau, *le Nautilus* revint à son premier point d'immersion.

Après ces essais, *le Nautilus* fut envoyé à Brest. Fulton, accompagné de trois hommes, embarqua à bord de son sous-marin, le 3 juin 1801 ; il descendit à une profondeur de $7^{m},70$. Pendant une heure, il évolua dans toutes les directions. Il fit installer un large hublot dans le pont afin de profiter de la lumière du jour diffusée dans l'eau environnante.

Le 26 juin *le Nautilus*, justifiant son nom, appareilla; il sortit à la voile puis, en moins de deux minutes il amena son mât et disparut sous l'eau.

Fulton réussit à torpiller une vieille coque mise à sa disposition par la Commission.

Le 7 août 1801, Fulton ayant emporté de l'air sous pression resta près de cinq heures immergé ; ce fut sa dernière immersion ; mais le 18 Brumaire avait passé, et Napoléon renia Bonaparte. *Le Nautilus* demeura un projet qui n'eut pas de suites.

« Cependant[1] que demandait Fulton ? Une prime à recevoir en espèces sur chaque navire coulé par lui ; le remboursement du prix de son navire, soit 40.000 francs, y compris 10.000 francs avancés par le Ministre de la Marine ; enfin une patente en règle lui reconnaissant à lui et ses hommes la qualité de belligérants, afin de n'être pas « pendus comme pirates », si on les faisait prisonniers.

[1] D'après *le Yacht*.

« Chose curieuse ! C'est cette question de patente ou de la commission de belligérants qui souleva le plus de difficultés. Le Ministre de la Marine du Directoire, l'amiral Pleville-le-Pelley, écrivit : « On ne croit pas qu'il soit possible d'expédier des commissions à des hommes qui se servent d'un moyen semblable pour détruire les forces ennemies. » Sous le Consulat, Cafarelli, préfet maritime à Brest, dit de même : « Une raison plus forte a déterminé l'amiral et moi à ce refus (celui de laisser Fulton opérer contre une frégate anglaise) : c'est que cette manière de faire la guerre à son ennemi porte avec elle une telle réprobation que les personnes qui l'auraient entreprise et y auraient échoué, seraient pendues ! Certes ce n'est pas là la mort des militaires. »

« M. le lieutenant de vaisseau Duboc, qui a écrit l'histoire du *Nautilus*, dit à ce propos : « Il est curieux de constater, à cent ans de distance, combien, sous ce rapport, la moralité de la guerre a progressé, ou plutôt baissé », puisque toutes les nations se sont adonnées à l'étude des sous-marins.

« Quoi qu'il en soit, Fulton fut rebuté ; l'entreprise, dont il avait prédit que naîtrait « un ordre de choses digne du génie de Bonaparte » échoua totalement. Il s'adonna alors à la navigation à vapeur et fit en 1803, sur la Seine, une expérience célèbre. Mais pas plus en les sous-marins et les torpilles qu'en la vapeur, Napoléon n'eut confiance. Et Fulton, l'âme aigrie par tant de déboires, passa en Angleterre, où il ne fut pas plus heureux, pour de là se rendre en Amérique où, grâce à lui, la navigation à vapeur se développa rapidement, à l'étonnement de la vieille Europe ».

Hodgman (1801) et Klinger (1807)

Quelques tentatives furent faites en Angleterre par Hodgman en 1801, et en 1807, par Klinger en Allemagne, qui ne donnèrent pas de résultats bien concluants, — résultats d'ailleurs sur lesquels nous manquons de résultats bien précis.

Le Nautile des frères Couëssin (1809)

Les frères Couëssin s'occupèrent beaucoup de navigation sous-marine. Ils présentèrent un projet à Napoléon Ier, qui s'y intéressa vivement et donna l'ordre de mise en chantier d'un bateau sous-marin qui fut appelé *Nautile*.

« *Le Nautile*, ou *Argonaute*, est l'un des animaux marins les plus anciennement connus, et l'un de ceux qu'on regardait comme ayant enseigné aux hommes la navigation. L'espèce qui habite la Méditerranée (Argonauta Argo) devait y être jadis plus répandue. Elle se retrouve aujourd'hui dans les parages les mieux abrités, l'Archipel, l'Adriatique, le détroit de Messine. « Sa présence, dit Oppien, annonce les vents amis ; il ramène le calme, et il en est le signe. » C'est en effet pendant les plus beaux jours, quand l'air est serein, la mer tranquille, qu'on voit flotter l'élégante coquille de *l'Argonaute*, qui nage en refoulant l'eau au moyen d'un tube locomoteur et en étendant au vent deux de ses bras munis de fines membranes d'une couleur argentée. Les autres bras s'allongent comme des rames de chaque côté de la coquille. On comprend, en voyant cette vivante et gracieuse carène, ces légères membranes irisées, semblables à de petites voiles, qu'Aristote et Pline aient vu dans *le Nautile* une des merveilles de la mer et l'aient représenté avec tous les attributs de la navigation[1]. »

Le Nautile des frères Gouëssin n'avait rien de la description qui précède, bordé en bois très épais et cerclé en fer, ayant la forme d'un énorme tonneau de 8m,50 dont les extrémités se terminaient par deux cônes qui formaient deux réservoirs d'immersion, la propulsion était mixte ; en immersion, ses rameurs imprimaient une vitesse un peu supérieure à 1 nœud.

A la surface, la navigation pouvait se faire à la voile.

A l'avant se trouvait placé un mât à bascule et une voile triangulaire, qui se rabattaient, lorsque l'on voulait s'immerger ; l'aération se faisait, comme dans le bateau de Van Drebbel, par

[1] *Histoire de la navigation*, par Zurcker.

deux tuyaux en cuir souple, maintenus à la surface par deux flotteurs; un de ces tuyaux faillit causer la perte du *Nautile*. Dans un des essais préliminaires faits dans l'avant-port du Havre, le bateau prit de l'eau par une de ces manches à air; l'immersion fut complète; *le Nautile* s'échoua sur le fond vaseux de l'avant-port. L'équipage parvint à étrangler les tuyaux, à refouler l'eau en excès à l'extérieur et à ramener *le Nautile* à la surface.

Les essais officiels de ce bateau eurent lieu au Havre en 1810 devant une Commission composée de Monge, Biot, Savé et Carnot, nommée par l'Institut pour apprécier l'invention des frères Couëssin. Cette Commission remit un rapport favorable, malgré les nombreuses imperfections de l'appareil.

Fulton (1814)

En 1814, quelque temps avant sa mort, Fulton entreprit la construction d'un navire submersible, — *le Mute* (bateau muet), — nom donné par analogie à son moteur qui ne laissait percevoir aucun bruit lorsqu'il était en marche. Les principales dimensions de ce nouveau bateau étaient de $24^m,385$ de longueur sur $6^m,800$ de largeur et $4^m,267$ de profondeur; ses parois latérales avaient 1 pied d'épaisseur, et le pont était renforcé par des plaques de fer forgé.

Aussitôt l'approche de l'ennemi, ce bateau devait s'immerger de façon que son bastingage vienne affleurer la surface de l'eau. Dans cette position, les observations se faisaient au moyen d'un dôme cylindrique muni de verres lenticulaires, permettant ainsi à l'officier de diriger le bateau dans une direction convenable. Il ne devait posséder aucun gréement et pouvait embarquer cent hommes d'équipage.

Il était destiné uniquement à la défense des côtes et des rades.

Montgery nous déclare qu'il ne remplit pas son but, mais qu'il contient le principe d'un bon appareil.

JOHNSON (1821) ET SHULDHAM (1823)

Nous signalerons, à titre de curiosité, de première excentricité américaine, pourrions-nous dire, le sous-marin de 100 pieds de long, expérimenté en 1821 sur la Tamise par Johnson, capitaine américain, qui rêvait d'aller avec ce bateau délivrer Napoléon à Sainte-Hélène.

En 1823, Shuldham, officier américain, construisit encore un sous-marin plongeant à 30 pieds. Montgery dit à ce sujet : « Cet officier, auquel on accorde beaucoup de talent pour la mécanique, a probablement en vue quelque autre objet que la guerre sous-marine ; car, pour détruire les vaisseaux actuels et n'avoir rien à redouter d'eux, il suffit de plonger jusqu'à 12 ou 15 pieds. »

MONTGERY (1825)

Ce fut l'étude critique des travaux de Fulton qui conduisit d'ailleurs Montgery à l'invention de *l'Invisible ;* voici comment il s'exprime lui-même, avec un optimisme peut-être exagéré :

« Quelles que soient la grandeur et la forme d'un navire, on pourrait l'installer de manière à le faire plonger et marcher sous l'eau ; et, si l'on était pressé par le temps ou gêné par les ressources naturelles, on transformerait avec avantage en corsaire sous-marin un petit bâtiment d'une centaine de tonneaux ; car, ne fût-il armé que d'une seule colombiade et n'eût-il qu'une marche fort médiocre sous l'eau, il affronterait sans danger toutes les flottes actuelles de l'Europe et d'Amérique.

« Son grand défaut serait de ne pouvoir joindre l'ennemi dans certaines circonstances. »

Montgery construisit deux modèles d'*Invisible* (*fig.* 7) très soigneusement décrits tous deux par lui-même dans son mémoire.

Voici du reste, d'après l'auteur, la description sommaire de son bateau :

« La partie supérieure de *l'Invisible* est à peu près semblable à la carène, mais sensiblement aplatie, afin de faciliter les manœuvres lorsqu'on navigue à la surface de l'eau ; elle est percée de deux écoutilles — qui laissent passer les hommes de service — et garnie de verres lenticulaires destinés à éclairer l'entrepont.

« Le beaupré rentre à volonté dans le navire ; les mâts sont à charnières ; lorsqu'on veut plonger, on loge tout le gréement dans une rainure pratiquée par le milieu du tillac. L'intérieur du bâtiment est divisé en deux parties par un plan-

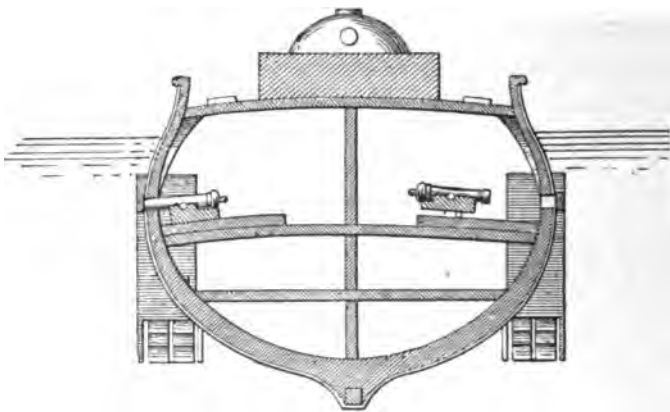


Fig. 7. — *L'Invisible* (Montgery, 1825).

cher horizontal ; la partie inférieure elle-même est divisée en compartiments qui servent à loger : les uns, les munitions ; les autres, le volume d'eau dont le poids détermine les submersions. Pour plonger, il suffit d'ouvrir des robinets ; lorsque, ensuite, on veut émerger, on expulse, au moyen de pompes foulantes, l'eau qu'on avait introduite à l'effet d'effectuer la descente. Quant aux mouvements dans le sens horizontal, ils s'obtiennent par le moyen d'une roue logée à la poupe et de pales fonctionnant sur chacun des flancs du navire.

« L'armement de *l'Invisible* devait se composer de quatre

colombiades, une pompe refoulante propre à lancer des compositions incendiaires, une centaine de fusées sous-marines et autant de torpilles, sans compter les armes portatives données à chaque matelot. »

Les projets de Montgery ne furent d'ailleurs jamais mis à exécution ; il faut reconnaître cependant qu'ils sont pleins d'enseignements et que bien des détails de son sous-marin se retrouvent perfectionnés dans les appareils actuels. »

Castera (1827)

En 1827, Castera, ancien magistrat et auteur de plusieurs brochures sur la navigation sous-marine — brochures critiquées souvent par Montgery — prend le premier un brevet pour un bateau plongeur de sauvetage.

Ce bateau (*fig.* 8 et 9) était divisé en trois corps, celui du milieu destiné aux mécanismes nécessaires aux diverses manœuvres, et les deux extrémités terminées en cône servaient de réservoir pour l'introduction de l'eau nécessaire à l'immersion.

La direction dans le plan horizontal se faisait à l'aide d'un gouvernail ordinaire manœuvré de l'intérieur.

Un second gouvernail horizontal placé à l'avant du bateau déterminait les différentes hauteurs d'immersion.

L'air nécessaire à l'équipage, arrivait au moyen d'un tuyau partant de l'intérieur et allant rejoindre un flotteur à la surface.

Des hublots, en quantité suffisante et convenablement disposés, éclairaient l'intérieur du bateau et permettaient ainsi de voir les objets qui se trouvaient au fond de l'eau.

La propulsion dans le plan horizontal était obtenue à l'aide de deux paires de palettes articulées, placées sur le côté et manœuvrées de l'intérieur.

Pour la sécurité, une quille en fonte, que l'on pouvait détacher facilement, permettait de faire remonter le bateau immédiatement à la surface.

Ce bateau possédait, en outre, une sorte de chambre écluse

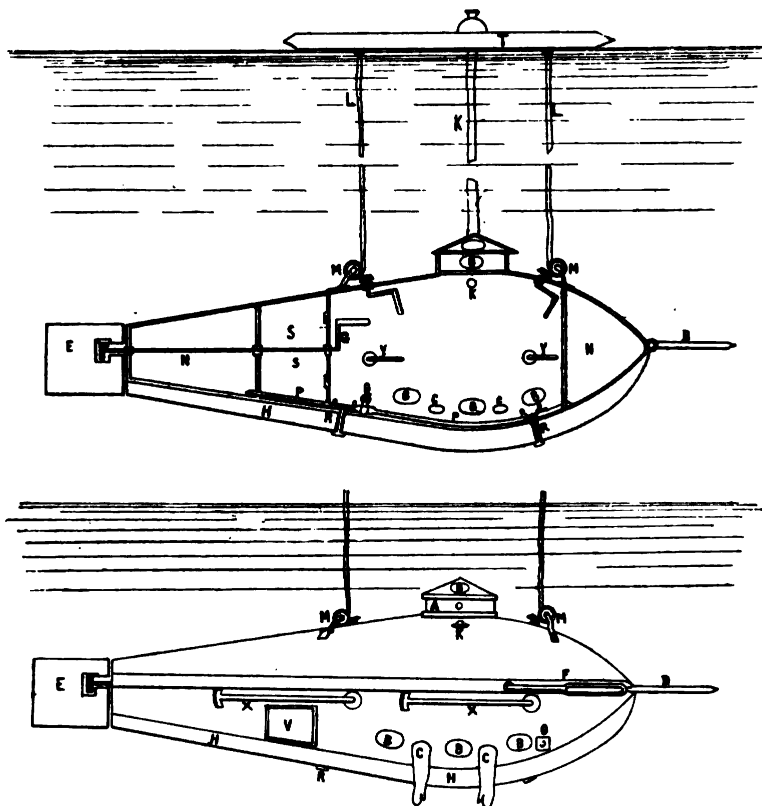


Fig. 8 et 9 (Castera, 1827).

A, rotonde d'entrée. — B, hublots. — C, manche en cuir pour saisir les objets. — D, gouvernail AV. — E, gouvernail AR. — F, manœuvre du gouvernail AV. — G, manœuvre du gouvernail AR. — H, lest en fonte. — T, flotteur pour l'aération intérieure. — K, tuyaux d'aspiration. — L, cordes d'ascension. — M, manœuvre d'ascension composée d'une roue d'angle avec son pignon et d'un cylindre sur lequel s'enroule la corde d'ascension. — NN, réservoirs d'eau. — O, tuyaux pour laisser entrer l'eau dans les réservoirs. — P, tuyau permettant d'envoyer l'eau du compartiment AV dans celui AR pour rétablir l'horizontalité du bateau. — Q, robinet interceptant cette communication. — R, appareil de désembrayage du lest mobile. — S, espace établissant la communication entre le bateau et l'extérieur. — V, porte de sortie. — X, branches munies de palettes pour propulser le bateau. — Y, manivelle pour manœuvrer ces branches.

munie d'une porte permettant la sortie du plongeur pour les différents travaux à exécuter au fond de l'eau.

Marquis de La Feuillade d'Aubusson (1840)

Parmi les inventeurs français qui s'occupèrent de navigation sous-marine, dans la première période, d'où sont sortis les sous-marins les plus rudimentaires, nous trouvons une intéressante étude du marquis de la Feuillade; son projet de bateau sous-marin, de 76 pieds de longueur, présente une certaine originalité par son mode de propulsion, lequel est obtenu au moyen de deux pistons, animés d'un mouvement alternatif, dans deux cylindres placés à la partie inférieure AR

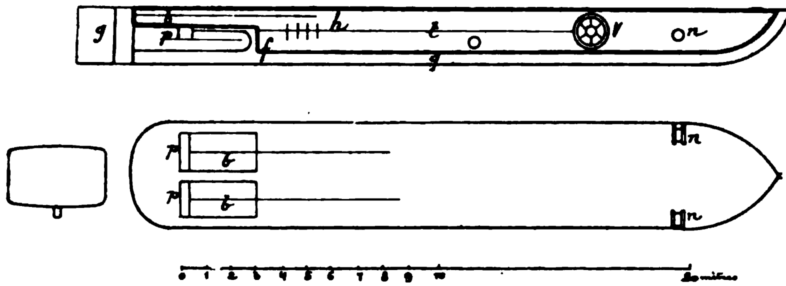


Fig. 10, 11 et 12 (De La Feuillade d'Aubusson).

de la coque et parallèlement à la quille. Cette idée a été reprise plus tard par l'ingénieur russe Spiridonoff.

Le mouvement est donné aux deux pistons, par vingt-deux hommes, au moyen de manivelles et de leviers.

Voici les observations présentées par le marquis de La Feuillade, dans lesquelles, pour maintenir les formules de l'époque, les dimensions sont en pieds, et les vitesses en toises.

« Les roues à pales employées sur les grands bateaux à vapeur présentent une immense surface au feu de l'ennemi, un seul boulet peut les désemparer; il serait donc très important de pouvoir remplacer les roues par des moyens cachés sous l'eau, que les boulets ne pussent atteindre. »

« Les bateaux sous-marins essayés jusqu'à présent pouvaient bien monter et descendre dans le fluide, mais leur vitesse sous l'eau étant à peu près nulle, il fallait les remorquer avec des embarcations ordinaires, ce qui est impossible en présence de l'ennemi; aussi, dans l'état actuel, ils ne peuvent servir à la guerre. Mais, si ces bateaux étaient mus par des moyens cachés sous l'eau, par des hommes dont on n'exigerait qu'un travail modéré, qu'ils pussent soutenir huit heures sur vingt-quatre; si ces bateaux pouvaient parcourir sous l'eau près de 2.500 toises à l'heure, comme on le démontrera par le calcul et les lois de la résistance des fluides; si ces bateaux contenaient assez d'air pour que les hommes qu'ils porteraient pussent rester sept à huit heures sous l'eau, enfin, s'ils portaient des torpèdes, petites machines infernales inventées par Fulton; si des hommes revêtus de l'appareil du plongeur, et qui tireraient des bateaux l'air nécessaire pour respirer, de sorte qu'ils pussent appliquer ces torpèdes sous la carène d'un vaisseau ennemi, il est évident que l'on pourrait incendier, sans danger, les flottes et les ports d'un ennemi; que dès lors les guerres maritimes deviendraient impossibles, et qu'aucune nation ne pourrait s'arroger l'empire des mers. »

« Cherchons maintenant, par le calcul, quelle est la vitesse de ce bateau, portant 22 hommes employés pour faire agir les pistons.

On sait que l'on évalue la vitesse d'un corps qui se meut dans un fluide, comme le poids d'une colonne de ce fluide, qui aurait pour base la surface choquante, et pour hauteur celle due à la vitesse du choc; ainsi, si l'on nomme;

n, la surface de même résistance que le bateau;

v, la vitesse que l'on veut lui donner;

Φ, le poids de 1 pied cube d'eau;

g, la vitesse acquise par les graves au bout d'une seconde de chute;

Les hauteurs d'où tombent les corps graves étant comme les carrés des temps et des vitesses, la hauteur de laquelle le

corps grave sera tombé sera $\frac{v^2}{2g}$. donc la résistance éprouvée par le bateau sera $\frac{n\Phi v^2}{2g}$, et la puissance nécessaire pour surmonter cette résistance avec une vitesse v sera $\frac{n\Phi v^3}{2g}$.

Si l'on nomme F la force des agents, y leur vitesse, yF leur puissance, la puissance nécessaire sera $\frac{n\Phi v^3}{2g}$.

Nous savons que, avec les pistons sous-marins, les hommes emploieront utilement les 3/4 de leur puissance.

Ainsi on aura :

$$yF = \frac{3}{4} \times \frac{n\Phi v3}{2g},$$

d'où on déduit :

$$v = \sqrt[3]{\frac{3gr \times F}{2n\Phi}}.$$

Appliquons maintenant ces calculs au bateau décrit plus haut.

La surface de même résistance de ce bateau sera, au plus, le quart de l'aire du maître couple, dont la surface est de 57 pieds carrés. Ainsi l'on aura :

$$n = \frac{57}{4} - 14\,\frac{1}{4}.$$

Les hommes qui travaillaient autrefois sur les galères dépensaient une puissance équivalente à 75 livres, élevées à 1 pied par seconde.

Ayant 22 hommes travaillant sur les pistons, on aura :

$$yf = 75 \times 22 = 1650.$$

La vitesse acquise par les graves, au bout d'une seconde de chute, est de 30 pieds; ainsi on aura $g = 30$.

Le poids de 1 pied cube d'eau de mer est de 72 livres; ainsi on aura :

$$\Phi = 72.$$

Appliquons maintenant ces valeurs dans la formule, et on trouvera que :

$$v = \sqrt[3]{72} = 4\frac{1}{6} \text{ pieds par seconde,}$$

ce qui équivaut à une vitesse de 2.500 toises à l'heure à très peu près. »

La figure 10 représente, en coupe verticale, le bateau dans sa longueur, qui est de 76 pieds de l'étrave à l'étambot ; on y distingue le fond horizontal ;

C, un des pistons *p*, sa tige horizontale *t*;

f, verticale de la boite;

g, gouvernail;

b, barre fixe sur une tige verticale *i*; elle passe dans les deux boîtes à étoupe ;

n, place de l'un des petits cylindres dont les pistons font tourner le bateau ;

e, bielle articulée à la tige *t* pour faire tourner la manivelle fixée sur l'arbre du volant V ;

h, *h*, plusieurs barres horizontales fixées à angle droit sur la tige *t* ; de cette manière, les hommes travaillent en se penchant en avant et en arrière, comme les scieurs de pierre ;

q, quille de 18 pouces de hauteur.

La figure 12 donne la coupe horizontale du bateau pour faire voir les boites *o*, les pistons *p* et les petits cylindres *n* ;

La figure 11, la coupe verticale sur la largeur.

Travaux du Dr Payerne (1842)

En 1842, le Dr Payerne perfectionna la cloche à plongeur ; à cette époque, le général du génie, Paislay, dirigeait des travaux sous-marins, dont le but était de relever les débris du vaisseau le *Royal-George*, coulé dans la rade de Spithead. Il employait une cloche à plongeur, reliée à la frégate *Success* par des tuyaux en caoutchouc qui conduisaient à la cloche l'air nécessaire.

Dans une de ces explorations, le général Paislay et le Dr Payerne descendirent sur un fond à 26 mètres, pour cette expérience et, afin, de se passer du réservoir de la frégate, ils firent placer et fixer sous la cloche deux réservoirs d'air comprimé à 11 atmosphères.

Cette exploration sous-marine fut probablement le début des nombreux travaux du Dr Payerne, qui produisit, en 1843, une cloche à plongeur, munie d'un réservoir d'air comprimé, qui dispensait d'avoir recours à un réservoir à la surface.

En 1846, le Dr Payerne fit construire à Paris un bateau plongeur ayant un vestibule, permettant aux ouvriers de pénétrer dans la chambre de travail sans la faire envahir par l'eau ambiante.

La provision d'air comprimé dans le réservoir servait à élever la pression dans la chambre intérieure, de façon qu'elle excédât celle de l'atmosphère augmentée de la pression de la colonne d'eau; l'on pouvait alors ouvrir une trappe au fond du bateau et communiquer avec le fond de la mer, ce qui permettait ainsi d'exécuter des travaux sans que l'eau montât dans la chambre de travail, comme dans les cloches ordinaires.

Ce bateau fut employé pour faire sauter des roches sous-marines dans les ports de Cherbourg et de Brest.

Le Dr Payerne a abordé aussi la question importante de la régénération de l'air vicié, étudiée sans succès sous le premier Empire par le savant Guyton de Morveau; il en cherchait la solution tantôt dans le passage d'un courant d'eau artificiel, auquel il attribuait la propriété d'entraîner les gaz délétères produits par la respiration, tantôt par le barbotage de l'air à travers une solution alcaline.

Il obtenait l'immersion et l'émersion dans ses divers bateaux par un jeu de pompes, en prenant ou en refoulant de l'eau (Voyez livre II).

Le Dr Payerne n'avait pas songé tout d'abord à donner un mouvement de translation à son bateau; il est vrai, que dans l'état de paix où l'on vivait au début de ses essais, il n'avait

pas attaché d'importance aux expériences faites dans ce but; il les avait même abandonnées à la suite d'un accident.

L'hélice était actionnée par une machine à vapeur alimentée par deux chaudières, ce qui compliquait un peu l'ensemble. Une chaudière ordinaire fournissait la vapeur pour la navigation à la surface; l'autre, pour naviguer en immersion, était disposée de façon à brûler, dans des foyers hermétiquement clos, un combustible renfermant lui-même l'oxygène nécessaire à sa combustion.

Les produits de la combustion s'échappaient en soulevant un clapet destiné à empêcher l'introduction de l'eau dans le foyer de la chaudière.

MM. Bouet et Payerne ont beaucoup contribué à la solution de la navigation sous-marine, le premier par de généreux sacrifices, le second par d'inutiles et persévérants travaux, dont Bauer, Spiridonoff et bien d'autres se sont inspirés par la suite.

En raison de l'intérêt historique qu'ils présentent, nous donnons la description de ces deux bateaux sous-marins et de la chaudière pyrotechnique[1].

Bouet et Payerne (1846)

Le bateau sous-marin de MM. Payerne et Bouet se compose d'un cylindre en tôle de fer, de 10 mètres de longueur; la partie Æ est hémisphérique; elle est traversée par l'arbre porte-hélice et par trois arbres portant des aubes en tôle; deux font l'office de nageoires, la troisième sert de gouvernail.

La partie A/ de la coque est formée par un cône de 3 mètres de longueur et rivé à la partie cylindrique de la coque. Trois rangées de lentilles en cristal, aplaties d'un côté, hermétiquement scellées dans leurs boîtes en cuivre, garnissent la partie supérieure de la coque. Leur convexité est tournée en dehors, afin de faire converger les rayons lumineux; cinq

[1] Livre II, chap. Force motrice et propulsion.

disques plats en cristal sont disposés autour de la coque, parallèlement à la ligne de flottaison, et permettent de regarder du dedans les objets extérieurs.

La coque est divisée en deux compartiments par une cloison étanche ou diaphragme. La division est faite de manière que

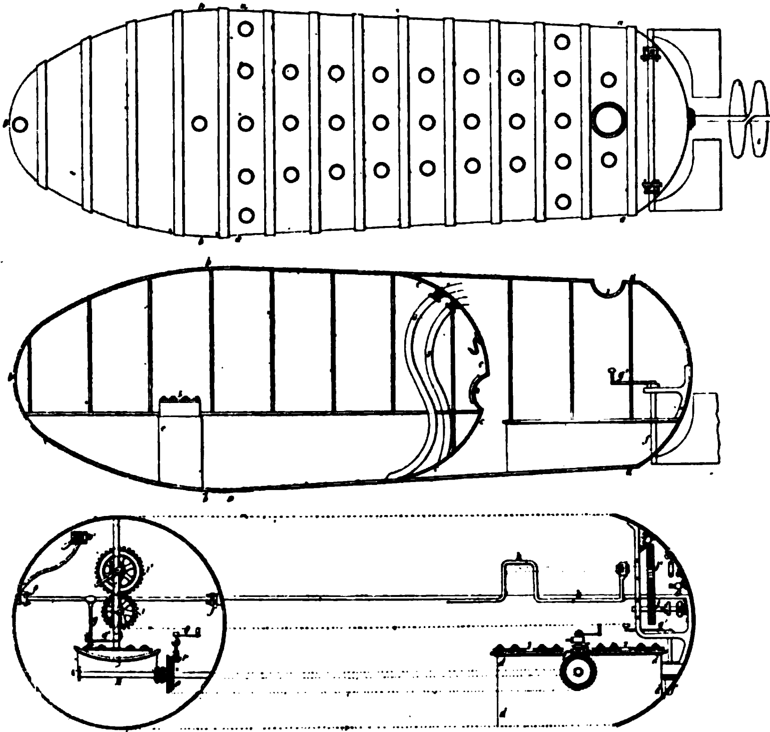


FIG. 13, 14 et 15 (Bouet et Payerne).
FIG. 13. Projection horizontale du bateau. — FIG. 14. Coupe verticale et horizontale. — FIG. 15. Vue intérieure de la face de la chambre.

le compartiment *N* soit de capacité double de la chambre *R*.

La cloison est munie d'un trou d'homme dont l'obturateur est garni d'un joint en caoutchouc.

L'hélice était tournée à la main au moyen de la manivelle K.

Le Dr Payerne espérait réussir à produire ce mouvement et

tous ceux qui exigent une force prolongée, par l'emploi de la vapeur engendrée par la combustion de certains corps, opérée

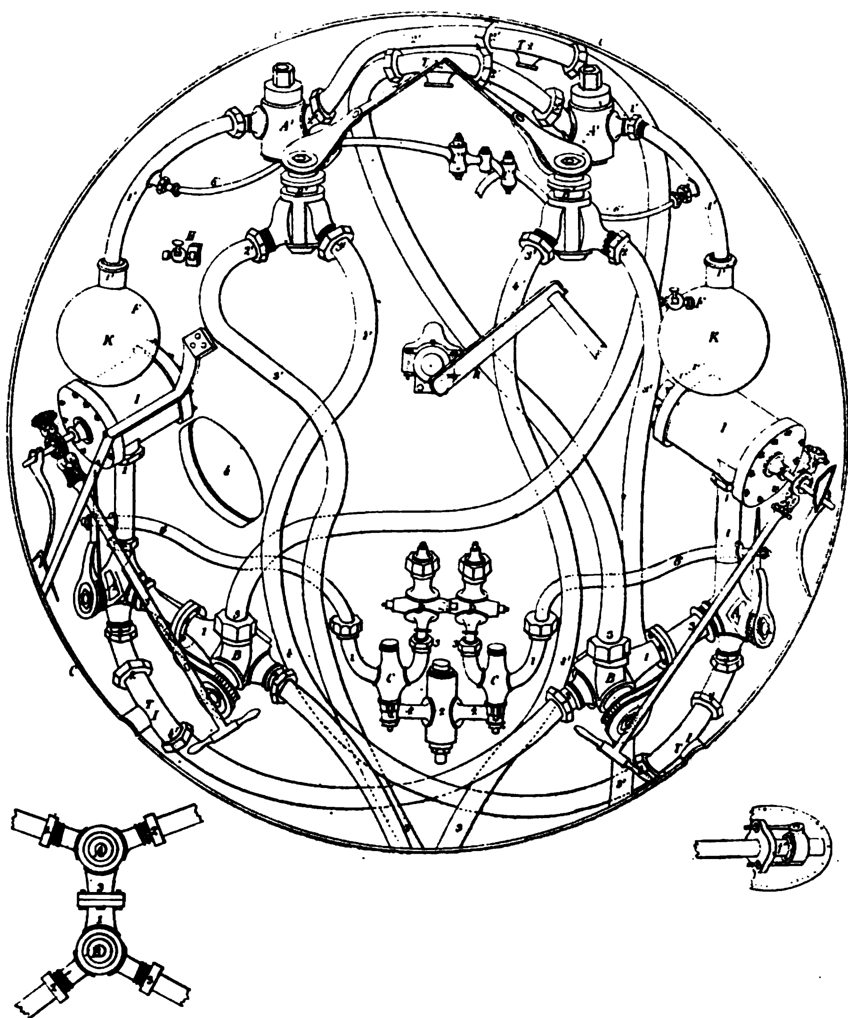


Fig. 16, 17 et 18 (Bouet et Payerne).
Fig. 16. — Coupe de la chambre et de son mécanisme ÆR.

par des matières faciles à céder de l'oxygène, telles que les azotates, les chlorates, certains oxydes, etc.

A l'avant de la chambre, à la hauteur du diamètre transversal du cylindre et dans l'espace laissé par l'angle aigu qu'il forme avec le diaphragme, est établie à droite et à gauche une pompe hydrobaliste I. A chaque coup de balancier, la pompe de babord aspire et refoule 8 litres d'air ou d'eau. Celle de tribord produit un effet double. Un seul homme suffit à la manœuvre de chacune, tant que la pression à vaincre ne dépasse pas $0^{m},40$ de mercure pour l'une, et $0^{m},76$ pour l'autre.

Sur la concavité de la calotte est fixé un manomètre à air

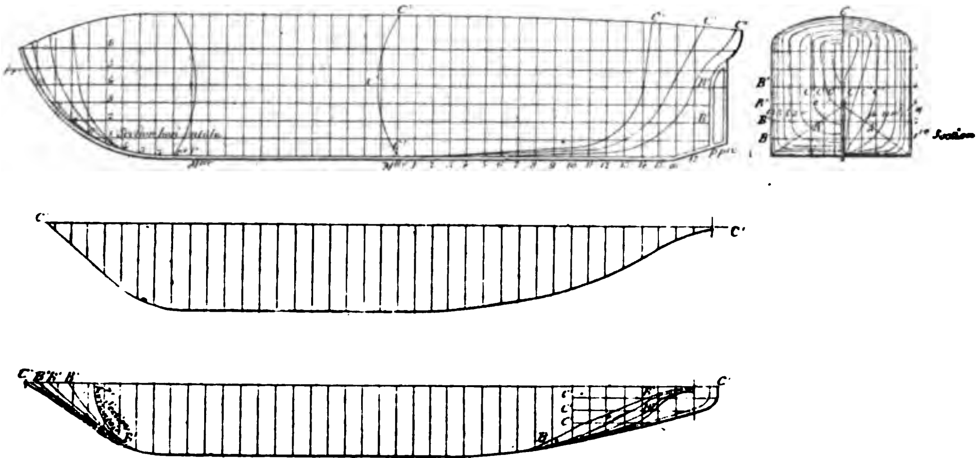


FIG. 19 à 22 (Dr Payerne).

comprimé indiquant la profondeur d'immersion. Un semblable manomètre, placé sur la concavité du diaphragme, marquait le degré de pression d'air contenu dans le réservoir.

Un épurateur, composé d'une caisse contenant 20 litres d'eau, dans laquelle un soufflet à double effet, dont la tuyère est terminée en pomme d'arrosoir, refoule l'air qu'il aspire dans la chambre.

Le mélange basique est formé en poids des matières suivantes :

Potasse du commerce....................	4 parties
Chaux vive grasse........................	16 —
Eau douce................................	80 —
	100 parties

Une masse de plomb accrochée à une chaîne enroulée sur un treuil sert à ancrer le sous-marin sur le lieu de travail.

Le treuil sert non seulement pour ancrer et désancrer le bateau au fond de l'eau, mais il est prévu comme appareil de sécurité au cas où les pompes cesseraient de fonctionner.

L'immersion est obtenue par introduction d'eau, et l'émersion en refoulant cette eau à l'extérieur au moyen des pompes du bord.

Ce bateau, qui a servi à faire sauter des roches sous-marines, était destiné, en temps de paix, à opérer des sauvetages, et, en temps de guerre à la destruction des flottes ennemies.

Les perfectionnements apportés, en 1854, par le Dr Payerne à son sous-marin de 1846, sont les suivants :

1° Application comme force motrice de la vapeur engendrée par les moyens ordinaires ;

2° Application, aussi, comme force motrice, de la vapeur engendrée dans une chaudière spéciale, dite pyrotechnique, à l'aide d'un combustible particulier ;

3° Purification de l'air par un courant d'eau naturel ou artificiel ou conformément au procédé de M. Nanteuil ;

4° Création de différents compartiments ou divisions pour rendre la manœuvre plus commode ;

5° Création de portes latérales pour travailler sous les flancs.

Les machines n'ont rien de spécial, elles mettent en action le propulseur et les pompes : celles-ci, par le jeu de tel ou tel robinet tenu fermé et de tel autre tenu ouvert, vident ou emplissent les compartiments ou bien transvasent les deux agents d'un récipient dans un autre.

A la surface, la vapeur est fournie aux machines par une chaudière ordinaire ; en immersion, la vapeur est engendrée par une chaudière pyrotechnique et tubulaire, dans le foyer de laquelle le courant d'air est remplacé par un composé oxygéné.

Ce foyer est clos hermétiquement. On peut y brûler un grand nombre de mélanges.

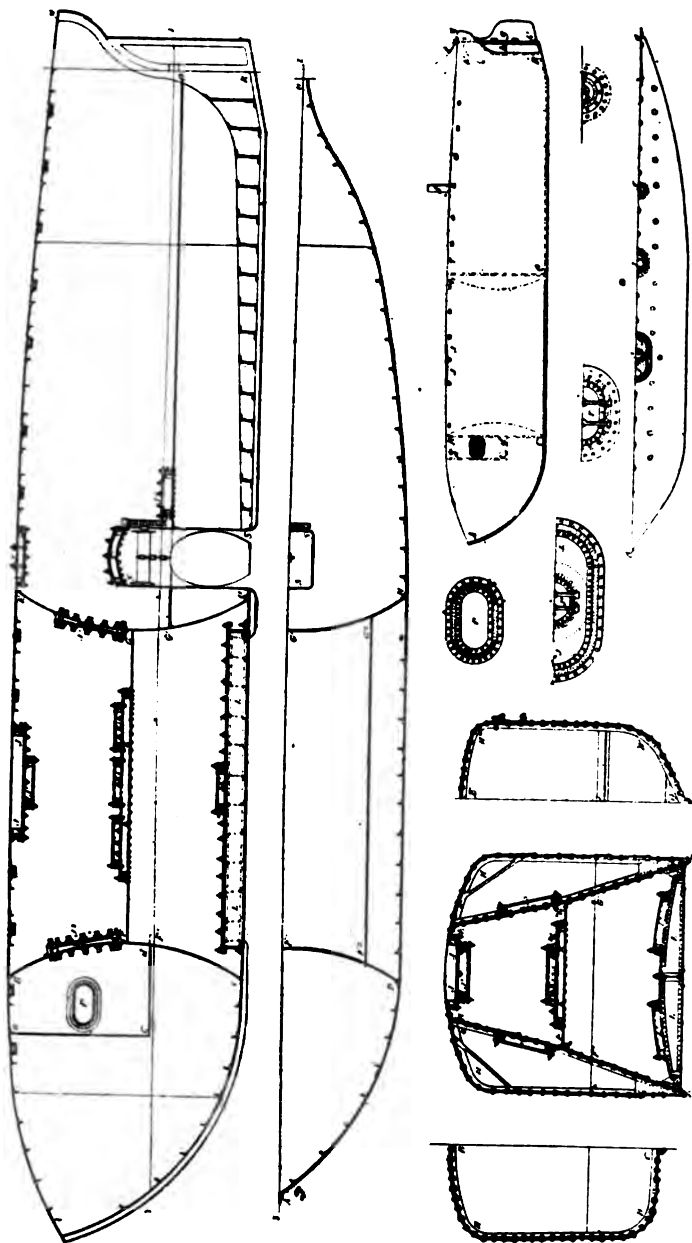


FIG. 23 à 33 (Dr Payerne).

Le Dr Payerne donnait la préférence aux deux suivants et surtout au premier :

Coke	165
Azotate de soude	835
	1.000

Coke	145
Azotate de potasse	855
	1.000

Pour se servir de son bateau, voici comment le Dr Payerne s'exprimait :

« Comprimez l'air dans toutes les divisions du bateau, excepté dans la chambre des machines ; lestez avec de l'eau jusqu'à ce que le bateau soit presque immergé ; enfermez-vous dans la chambre des machines ; ouvrez le robinet à air du vestibule pour équilibrer l'atmosphère de ces deux chambres ; ouvrez la porte qui les sépare et achevez de vous immerger en faisant fonctionner les pompes afin d'introduire de l'*eau*.

« Arrivé au fond ou au niveau auquel vous avez à travailler, mettez en équilibre votre atmosphère avec la colonne d'eau qui pèse sur vous, suivant le cas, ouvrez la porte d'en bas, ou bien pénétrez dans la chambre latérale par la porte intérieure et vaquez à vos occupations. »

« Lorsqu'on se trouve dans un courant ayant une vitesse de 1 mètre et plus par seconde et que l'eau ne s'élève pas à plus de 10 centimètres dans la chambre, l'air respiré par l'équipage se purifie naturellement. Le courant dissout et emporte l'acide carbonique qui se trouve en contact avec lui. Si l'eau qui baigne le bas de la chambre, quand elle est ouverte, ne se renouvelle pas d'elle-même, il faut y placer un appareil qui opère son renouvellement sans que l'on doive recourir au mode d'épuration artificiel. La locomotion est un excellent moyen de purification, pourvu que le fond de la chambre reste ouvert.

« Enfin, pour remonter à la surface et rentrer dans l'atmos-

phère terrestre, on exécute une manœuvre inverse à celle qu'on a suivie pour descendre. »

Ce bateau fut connu sous le nom d'*hydrostat de Payerne*. Son auteur n'ayant pu réaliser pratiquement et avantageusement les diverses conditions relatives à la force motrice, l'hydrostat fut réduit à l'état de simple cloche à plongeur; il servit à l'exécution de travaux sous-marins à Cherbourg et à Brest; il fut employé, à Paris, pour enlever la pile du pont au Double et à débarrasser le lit du fleuve de pilotis qui gênaient la navigation.

Philip (1851)

En 1851, paraît le bateau *Philip*, qui fut lancé sur le lac Michigan. Il avait la forme d'un cigare effilé à ses deux bouts, long de 12 mètres et d'une section circulaire de $1^m,20$ de diamètre au centre. Il se lestait au moyen de réservoirs longitudinaux que l'on pouvait remplir d'eau à une hauteur qui réglait la profondeur d'immersion.

Un caractère remarquable de ce bateau est la présence à

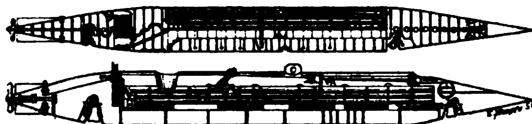


Fig. 34 et 35 (Philip, 1851).
Deux modèles : longueur, 12 mètres ; diamètre, $1^m,20$ et $1^m,50$; propulsion par hélice à bras ; immersion par introduction d'eau : le n° 2 armé d'un canon sous-marin.

son avant d'un joint étanche à glissière permettant de passer et de manœuvrer des outils, tels que scies, pinces, etc., dont on surveillait l'action par des hublots placés convenablement.

Philip construisit encore un autre sous-marin, armé d'un canon dont la gueule était munie d'une fermeture automatique.

Ce curieux inventeur était cordonnier de son métier. Il mourut à bord d'un de ses navires, dans les eaux du lac Erié,

écrasé par la pression produite par une immersion trop profonde.

Ce fut seulement en 1870 que M. Bacthford, qui avait recueilli les plans et les travaux de Philip, les remit à l'Amirauté.

La guerre de Crimée fit encore naître un certain nombre de modèles de sous-marins ; ils n'ont rien de curieux. Aussi les passons-nous sous silence (*Bulletin technique*).

Alexandre et Bigard (1851), Le Batteux (1852)

Quelques essais de navigation sous-marine furent faits à New-York, pendant l'année 1851, par un Français nommé Alexandre. L'appareil de cet inventeur ne comportait aucune donnée nouvelle. Il en a été de même de celui de Bigard, dont les expériences n'ont donné aucun résultat digne d'intérêt.

Quelques années plus tard (1852), Le Batteux présente son explorateur sous-marin. Cet appareil était en bois cerclé de fer et affectait la forme d'un gros tonneau. Il était destiné à explorer les hauts-fonds, pour relever et recueillir les épaves.

Bauer (1852)

Guillaume Bauer a passé sans contredit, en Allemagne, pour l'inventeur qui s'est occupé le plus de navigation sous-marine ; aussi est-il de notre devoir de lui réserver, dans le cadre de cet ouvrage, une place à côté de ceux qui ont le plus contribué au développement de cette branche de l'art nautique.

En effet, si nous en croyons un journal allemand, *Die Gartenlaube*[1], auquel nous empruntons les renseignements suivants, nous verrons que non seulement Bauer eut à lutter devant les frais d'une pareille entreprise, — la construction d'un sous-marin, — mais encore les spoliations dont il fut l'objet de la part des Anglais et le peu d'admirateurs qu'il ren-

[1] *Die Gartenlaube*. 39e année, 1869. *Trad. littérale*.

contra auprès de son Gouvernement, qui, au début, ne voulait à aucun prix encourager cette idée, se basant sur cette raison, que ce genre de locomotion aquatique pouvait favoriser la contrebande et lui donner une extension considérable. Et si, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, nous nous étendons assez longuement à son sujet, ce n'est pas seulement au point de vue historique des idées et des résultats que Bauer a obtenus, mais bien pour détruire une légende erronée, faite autour de son nom et relative aux expériences exécutées avec son sous-marin; légende que bien des auteurs s'occupant de navigation sous-marine ont résumée ainsi : « Le sous-marin de Bauer, en 1851, dans la rade de Kiel, tenta quelques expériences demeurées infructueuses; il coula du reste au fond de l'eau avec tout son équipage. »

Nous laissons le lecteur seul juge de mettre en parallèle ce qui va suivre avec les travaux effectués antérieurement.

Bauer, qui était tourneur de son état, est né à Dillingen en 1822; à vingt ans, il entra dans l'armée bavaroise, où il servit pendant sept ans aux chevau-légers, jusqu'au moment où l'on reconnut que ses connaissances techniques étaient assez étendues pour être apte à faire partie de l'artillerie.

C'est pendant la guerre qui eut lieu entre l'Allemagne et le Danemark, au Slesvig-Holstein, que Bauer fut frappé des ravages causés par la flotte danoise sur les côtes allemandes, et lui donna l'idée de construire son sous-marin, — combattre sans avoir aucune corrélation directe avec la terre. Il laissa donc de côté tous travaux en ce qui concernait la navigation ordinaire pour se donner tout à son idée.

Bauer raconta que hanté jour et nuit par cette idée il se promenait un certain soir sur le bord de la mer, lorsqu'il aperçut un phoque qui prenait ses ébats. La forme de cet amphibie lui plut et il l'adopta, en principe, pour son bateau. On le railla beaucoup de ce conte de fée; mais Bauer émettait cette affirmation un peu avancée qu'avec cette forme le premier obstacle était franchi, ainsi que le problème de la navigation sous-marine. Bauer reconnaît, du reste, que les travaux du

D[r] Payerne, en France, l'ont beaucoup aidé dans son travail.

Le premier sous-marin, *der Brandtauscher* (*le Plongeur marin*), fut construit à Kiel et payé par les soins de l'armée de Slesvig-Holstein avec le concours de quelques hommes reconnus pour leurs sentiments patriotiques et quelques amiraux.

Son prix de revient s'élevait à la somme de 13.800 francs. Malheureusement, l'avis de G. Karsten, professeur de physique à Kiel, qui n'admettait pas le principe de l'inventeur, lui faisait modifier certaines parties de son appareil. Du reste, ce professeur a plusieurs fois critiqué les théories et principes de Bauer dans un article intitulé : *Un inventeur allemand*, dans lequel il décrit les malheurs d'un bateau sous-marin, le pauvre *Diable marin*, qui, malgré les efforts et tentatives de relevage faits pendant le cours des années 1855-1856, est encore actuellement dans sa tombe marine, dans le port de Kiel.

Bauer, se basant sur la précision et sur l'importance de son invention, soumit sa mésaventure de Kiel au Gouvernement de sa patrie.

Les Bavarois n'ayant pas les moyens de subvenir aux frais de la construction, le roi Maximilien pourvut aux frais que nécessitaient les voyages de l'inventeur.

Bauer commença ses premières démarches auprès du Gouvernement de Prusse et d'Autriche, qui n'y attachèrent guère d'importance et ne lui donnèrent, en réalité, qu'une réponse évasive. Il en a été de même quand il s'est agi de s'adresser à l'Étranger. Quelque temps après, une personne charitable, une femme très haut placée, s'intéressa à Bauer et tenta une démarche auprès du Gouvernement.

Bauer fut appelé à Trieste et fut reçu par l'empereur d'Autriche, qui chargea le Conseil de l'Amirauté, ainsi qu'une Commission technique, d'examiner l'invention de Bauer et l'importance qu'il fallait y attacher.

Cette Commission donna un avis favorable et à la suite duquel une somme de 106.000 francs fut mise à sa disposition

pour la construction d'un bateau sous-marin. Sur 106.000 francs, 31.800 francs furent alloués par la Commission maritime, 21.200 francs par la Bourse de Trieste, 31.800 francs par le



Fig. 36. — Portrait de Bauer.

Ministère du Commerce à Vienne, et 21.200 francs par la Société du « Lloyd ».

A ce moment, il plut au Ministre du Commerce, Von Baumgarten, de considérer cette invention comme une mystification et dont le principe était, du reste, contraire à toutes les lois physiques et naturelles.

Cette décision de Son Excellence sur le rapport prima sur celle prise par le Conseil supérieur de l'autorité autrichienne. De plus, la question s'embrouilla par une décision diplomatique qu'aucune considération ne pouvait prévaloir.

L'invention de Bauer, comme là navigation par hélice de Ressel, fut pour l'Autriche une question enterrée.

De guerre lasse, Bauer s'adressa à l'Angleterre et pria le prince Albert de bien vouloir s'intéresser à son invention.

Ce grand savant en étudia toute la portée et protégea Bauer pendant plusieurs années, en le recommandant à la haute industrie.

Ce fut dans les ateliers « Leviathanerbauer, Palmerston et Scott Russel » que Bauer traça et exécuta pendant sept mois les plans relatifs à la construction d'une corvette de guerre et d'un bateau sous-marin. Charles Fox et l'ingénieur Brunel le secondèrent dans cette tâche, ou, pour mieux dire, connurent exactement tous les renseignements qu'ils pouvaient tirer de lui.

Dès que lord Palmerston et Pausmure possédèrent tous les documents nécessaires, ils ne trouvèrent rien de mieux que de congédier Bauer et construire un sous-marin, sans avoir besoin de son concours.

C'est ainsi que Bauer, confiant, après avoir été volé, reconnut cette fois qu'il était complètement abandonné; après cette nouvelle déception, il ne lui restait donc plus qu'à quitter ce pays dont les gens étaient si peu scrupuleux.

Lord Palmerston, Pausmure et Scott Russel exécutèrent la construction du bateau, en ayant soin, disaient-ils, de lui faire subir quelques modifications basées sur leur raisonnement personnel. Cette façon de procéder à l'égard d'un inventeur ne leur porta pas chance; car, au premier essai, le bateau tomba et coûta la vie à un grand nombre de personnes. Pendant ce temps, à la suite d'une requête adressée par Bauer aux Etats-Unis du Nord, un consul lui fit comprendre que si l'Angleterre n'acceptait pas son invention, il ne lui restait plus qu'à s'adresser à la Russie. Ce que fit du reste Bauer. Cette façon de procéder à

l'égard de sa patrie lui fut reproché assez amèrement par ses compatriotes. Un mouvement se forma, faisant ressortir que Bauer avait livré à l'Etranger ce qui devait être considéré comme propriété d'Etat et que dès lors aucune souscription pour l'aider dans son travail ne serait faite en sa faveur.

« Nous ne donnerons rien, disent les historiens de l'époque, car Bauer a donné son invention à l'Etranger. Il a livré son invention à un despote et par conséquent est indigne de toute espèce de considération. » C'est ainsi qu'un écrivain de haute valeur alla jusqu'à dire que l'honneur de cette invention revenait à un Espagnol, Monturiol, qui, dix ans après Bauer, se présentait avec la même invention.

Le journal auquel nous empruntons ces renseignements s'élevait du reste assez éloquemment devant les reproches adressés à Bauer par ses compatriotes ; ce journal estimait avec juste raison que la faute en incombait directement au Gouvernement allemand, qui n'avait pas su encourager ni utiliser les connaissances techniques que possédait Bauer. Le *Die Gartenlaube* adressait en même temps un article de reconnaissance à la Russie pour avoir facilité l'exécution de ses plans et projets personnels.

Description du sous-marin russe de Bauer

Cette description qui va suivre se trouve de plus décrite dans la brochure intitulée : *Die Unterseische Schifffahrt* [*la Navigation sous-marine, par Louis Hauff à Munich* (1859)].

Le Diable marin russe de Bauer avait, ainsi que nous l'avons vu précédemment, la forme d'un phoque. Sa longueur était de 15^{m},80 sur 3^{m},80 de largeur et 3^{m},35 de hauteur; toute la charpente était en fer. La carcasse a été construite de façon à résister à une colonne d'eau supérieure à 45^{m},50 de hauteur; aussi les enveloppes extérieures consistaient en feuilles de 15 millimètres d'épaisseur, 0^{m},61 de largeur et 3^{m},05 de longueur. Ces feuilles étaient assemblées et consolidées sur la quille par des membrures en fer de 180 millimètres d'épaisseur en forme

d'ellipse, sauf l'avant, qui se terminait en pente douce et dans lequel se trouvait une écoutille.

Pour la répartition de la charge dont le maximum devait être réservé au milieu, l'avant était inférieur de 150 millimètres par rapport au point le plus élevé de la carcasse. L'avant comportait en outre deux hublots placés dans l'écoutille et dont le cadre avait une épaisseur de 50 millimètres avec un diamètre de 250 millimètres, enchâssés dans des cadres métalliques.

La marche du bateau était donnée par une hélice propulsive, laquelle était protégée par quatre armatures en fer pour éviter les obstacles ou résistances provenant du gouvernail.

L'appareil de propulsion était composé de quatre roues de $2^m,13$ de diamètre; un axe de 88 millimètres de diamètre traversait ces palettes de marchepied, et servait de transmission par l'intermédiaire de deux roues à friction en contact avec une roue conique fixée sur un deuxième axe de façon à faire mouvoir par transmission l'arbre qui se trouvait placé horizontalement à $0^m,15$ au-dessus du plancher en fer et sur lequel était calée l'hélice propulsive.

Dans cette position, le bateau marchait à la surface de l'eau. Quant à l'immersion, elle exigeait deux conditions : le lestage et trois grands cylindres plus un autre plus petit destiné à recevoir la quantité d'eau exigée. L'action de l'intérieur avait nécessité l'emploi de soupapes.

Le maniement du lestage s'effectuait par les cylindres. Les grands étaient destinés à recevoir l'eau nécessaire à l'immersion totale du bateau ; leur longueur était de $3^m,05$ et $1^m,400$ de diamètre avec une cloison de $0^m,025$ d'épaisseur ; ils étaient assemblés par deux supports de protection.

Ces trois cylindres pouvaient contenir 22.500 kilogrammes d'eau, et se terminaient par des valves afin de bien la conserver.

Le petit cylindre (appelé cylindre régulateur) avait une longueur de $1^m,52$, un diamètre de 350 millimètres avec une épaisseur de $0^m,025$; il permettait d'obtenir la stabilité du bateau. A cet effet, il ne pouvait prendre de l'eau que jusqu'à une

concurrence de 310 kilogrammes, parce que 5 kilogrammes suffisaient, d'après Bauer, pour immerger le corps d'un volume de 4.000 pieds cubes en cinq minutes et le maintenir ensuite dans cette position. Par contre, avec 1 kilogramme en plus, il mettait trente-sept secondes pour descendre de $0^m,310$ plus profond; avec 20 kilogrammes, au contraire, il mettait une minute pour descendre de 762 millimètres.

Pour actionner l'émersion du bateau, on employait des pompes qui refoulaient l'eau des cylindres. La vitesse était calculée en fonction du lest emmagasiné.

La stabilité du bateau s'obtenait en réglant le lestage conformément à la profondeur, en alimentant ou en refoulant l'eau représentant soit du lestage, soit la surcharge, ce qui exigeait une petite observation à la suite de laquelle on obtenait la véritable stabilité par son propre poids spécifique.

A l'avant de l'appareil était disposée une mine contenant 500 kilogrammes de poudre et autres matières explosibles; une manche en gutta-percha était disposée de façon à permettre la fixation de la mine à la quille du navire ennemi.

A la cloison intérieure figurait une porte servant de communication avec la chambre à plongeur. Cette disposition était de toute utilité; car le premier bateau de Bauer était destiné à l'industrie. Il y avait donc utilité à établir une communication de l'intérieur du bateau avec la cloche à plongeur. Cette chambre formait un cube *ad hoc* au bateau et permettait aux plongeurs de communiquer au moyen d'une cloison étanche, avec l'intérieur du bateau, ou inversement sortir du bateau immergé sans laisser pénétrer l'eau à l'intérieur.

Dans le plancher de cette chambre figurait une deuxième soupape, afin de permettre l'écoulement de l'eau; de plus, dans la trappe supérieure (ou couvercle), il existait une autre soupape de ventilation, afin de laisser passer l'air de la chambre dans le bateau lui-même. Le plongeur entrait dans cette chambre remplie d'air et fermait ensuite la porte du bateau, puis il ouvrait ensuite la soupape de communication et laissait entrer la mer qui remplissait cette pièce, lorsque la chambre était

pleine, et à ce moment seulement, le plongeur ouvrait la porte opposée pour plonger. Voulait-il, au contraire, retourner? il refermait la porte, ouvrait la soupape d'air en communication avec la carène; l'eau s'écoulait par la soupape du fond, et le plongeur pouvait ouvrir la porte intérieure de communication et entrait ensuite dans le bateau, tandis que l'eau se trouvait rejetée par une pompe.

A l'arrière des grands cylindres et à l'intérieur se trouvait appliquée une pompe qui puisait l'eau de la carène par sept tubes de 10 mètres de longueur pour la projeter dans l'intérieur du bateau sous forme de pluie et améliorer ainsi l'air vicié par l'équipage; à l'arrière du bateau se trouvaient les water-closets avec tuyaux, pompes et robinets.

Ce bateau sous-marin, dont nous venons de donner un aperçu, a été construit en mai 1855 dans l'usine de « Leuchtemberg » à Saint-Pétersbourg, par Bauer, et fut reçu par l'Amirauté, le 2 novembre de la même année.

Le transport du sous-marin de Saint-Pétersbourg à Cronstadt a son histoire et mérite un compte rendu spécial. L'Amirauté employa sept mois au travail de transbordement, auquel on employa 2 à 300 hommes pour le faire avancer mensuellement de mille pas. C'est dire quel peu d'empressement elle mettait à voir expérimenter un appareil que, dans le fond, elle détestait beaucoup.

A son retour de Crimée, le grand-duc Constantin, qui était le véritable protecteur de cette invention en Russie, chargea personnellement Bauer du transport; vingt-quatre heures après cet ordre, le bateau était rendu à destination, mettant ainsi un terme à une spéculation financière que ces messieurs se plaisaient à faire durer.

De plus Bauer signala une erreur de calcul relative à la construction, erreur se montant à la somme respectable de 16.700 roubles.

Enfin le 26 mai 1856, *le Diable marin* fut lancé devant la barrière du port de guerre de Cronstadt et, à partir de ce jour, commencèrent les expériences dans les eaux de la Russie.

Le 26 mai 1856, à trois heures du matin, par un temps gris et une forte brume, Bauer, placé à l'avant de son bateau, se présentait devant Cronstadt. Arrivé à hauteur de la sentinelle de garde, à la porte du port de guerre, il lui adressa, pour comble de surprise, le mot d'ordre du commandant russe. L'émotion fut telle, chez la sentinelle, lorsqu'elle aperçut ce diable sortant des profondeurs de la mer, qu'elle prenait sans doute pour un esprit sortant des flots, qu'au lieu de tirer, elle se sauva en criant au secours. Il en fut de même des autres soldats du poste de garde, qui restèrent frappés de stupeur. Bauer profita de ce moment d'hésitation pour donner, à l'aide de son bateau un formidable coup de bélier sur la porte et entrer ainsi de vive force dans le port impérial.

Quelque temps après cette aventure, commencèrent les exercices et expériences pratiques. Le personnel du bateau se composait de dix marins, un ouvrier en fer; un officier et Bauer; plus tard on lui adjoint le lieutenant Fedorowitch pour l'accompagner et le seconder dans toutes ses expériences.

Pour commencer, on fit effectuer le chargement de lestage, qui se composait de 36.000 kilogrammes de masselottes de fonte et de 10.800 kilogrammes de déchets de fonte arrimés dans des caisses facilement détachables de l'intérieur du bateau. Pendant ce travail préparatoire, le grand-duc Constantin se présenta pour assister à la première inspection du bateau.

Lorsque l'alimentation de 22.500 kilogrammes d'eau fut introduit dans les grands cylindres, on boucha hermétiquement l'ouverture, et l'équipage se trouva enfermé dans ce vaste appareil.

Le sous-marin possédait donc comme lestage son volume d'eau nécessaire à l'immersion. La première expérience commença: Bauer s'approcha du petit cylindre régulateur et laissa entrer 5 litres d'eau dans le réservoir. Les rayons du soleil disparurent aux hublots du pont, et les vagues passèrent sur le bateau, qui s'immergeait doucement, à la grande surprise de l'équipage, dont les yeux restaient fixés vers les hublots, dans un profond silence.

Après cette première expérience d'immersion, Bauer, par l'intermédiaire d'une pompe, refoula une quantité d'eau double (10 kilogrammes), et instantanément le bateau remonta à la surface de l'eau ; le jour apparut de nouveau par les hublots et éclaira plus intensément l'intérieur du bateau ; l'épuipage russe, revenu de son émotion première, poussa le cri de *Staba Bochu* (gloire à Dieu) ; à ce moment, Bauer jugea à propos de bien expliquer à son équipage sur quelle loi reposait son invention, afin d'inspirer, disait-il, la foi à tous ces hommes qui avaient été désignés d'office pour l'assister dans toutes ses expériences. Après cinq ou six immersions, l'équipage prit confiance et oublia son *Staba Bochu*; en d'autres termes, la fièvre sous-marine disparut, et la prière fut remplacée par des observations et des raisonnements rationnels.

Les jours suivants, en plus des expériences d'immersion, Bauer, confiant dans le moral de son équipage, entreprit d'autres manœuvres, marche avant, marche arrière, virages et diverses manœuvres d'inclinaison. Jusqu'au 12 juin, toutes les manœuvres et expériences de principes furent exécutées, y compris la traction animale, qui fut remplacée ensuite par une hélice propulsive. Le but du rêve de Bauer, en ce qui concerne la navigation sous-marine à cette époque, était complètement atteint.

Cette date du 12 juin, qui se trouvait être un jour férié, W. Bauer plongea à une profondeur de 17 pieds; arrivé à cette distance, il écrivit trois lettres de reconnaissance, une au grand-duc Constantin, une au roi Maximilien de Bavière et l'autre à ses parents.

Dans celle adressée au grand-duc Constantin, Bauer signala le lieutenant Fedorowitch ; dans les deux autres, il ne fit aucune allusion ayant trait à ses expériences, ayant reçu l'ordre de les considérer comme secret d'Etat.

Sur sa demande et sur l'avis du grand-duc Constantin, les deux académiciens, MM. Lenz et Fritsch, furent chargés d'une mission scientifique relative à des explorations sous-marines.

Dans leurs premières observations, Lenz remarqua qu'à

trois profondeurs différentes le compas ne variait pas plus qu'à la surface de l'eau. Ils en conclurent que l'immersion n'avait aucune influence.

Bauer fit ensuite de nombreuses et intéressantes expériences en ce qui concerne la situation de l'homme dans un endroit hermétiquement clos, sur l'air comprimé et son renouvellement dans les diverses parties du bateau.

Le 2 juillet 1856, Bauer embarqua à bord douze flacons et 6 kilogrammes de mercure, puis il se fit accompagner du lieutenant Fedorowitch, d'un ouvrier en fer et huit matelots. A midi 30 minutes, il s'immergeait au fond de l'eau. Chaque entrée d'air fut observée, et le bateau fut amené dans toutes les positions possibles au fond de l'eau et à la surface ; chaque période d'immersion dura de trente à quarante minutes à des profondeurs variables de 12, 15, 17 et 19 pieds, afin, disait-il, de soumettre l'équipage à toutes les commotions de l'air comprimé.

La température, qui était au début de 20° R. au moment de l'entrée de l'équipage, baissa après trente minutes, jusqu'à 8° R. et oscilla de 8 à 10° R. pendant toute la durée des expériences. (La température à l'extérieur était de 15° R.)

L'air fut enfermé d'heure en heure dans les flacons et soumis ensuite avec précision aux épreuves du thermomètre, de l'hydromètre. L'air provenant de la respiration fut également soumis aux longueurs de flammes de bougies en cire, en talc et en stéarine ; après deux heures, on remarqua que la lumière de talc n'avait plus que la moitié de sa longueur et, après quatre heures dix, elle s'éteignit complètement.

Aucun moyen ne permit de rallumer la mèche ; par contre, sitôt qu'on imbibait cette dernière de cire ou de stéarine, la flamme brûlait de nouveau, jusqu'au moment de la combustion complète de la matière ; on en concluait que la cire et la stéarine attiraient une matière acidulée, ce qui n'existait pas pour le talc.

Il résulte donc de cette expérience que la composition des différents combustibles (cire, talc et stéarine), à égalité de poids,

n'était pas la même, et que l'une exigeait plus d'oxygène que les autres combustibles.

La lumière de cire s'éteignait au bout de quatre heures et celle de la stéarine au bout de six heures vingt-cinq minutes; les rayons lumineux ne correspondaient plus qu'à un diamètre de 228 millimètres avec une petite flamme rougeâtre au sommet.

L'humidité à l'intérieur était tellement grande que l'on pouvait remarquer des gouttes d'eau sur les parties saillantes, et, en éteignant les flammes, aucune trace d'incandescence ne resta après les mèches des bougies.

Après un laps de temps qui permit d'observer le moral de l'équipage, leur respiration et la condition hygiénique qu'il s'agissait d'assurer, dans ce milieu d'air acidulé, Bauer ouvrit les grands cylindres et laissa échapper les 22.500 kilogrammes d'eau; immédiatement le bateau remontait à la surface, et l'air à l'intérieur se raréfiait dans la proportion provenant de la dilatation relative au volume d'eau disparu.

Au lieu de profiter de cette circonstance pour renouveler l'air intérieur, Bauer fit une ample distribution de cigares à l'équipage, en leur conseillant de les allumer avec de l'amadou, puisque les allumettes étaient humides et, par conséquent, ininflammables, seul le souffre pétillait par la chaleur du feu. Par contre, l'amadou offrit une indication intéressante : l'air, par son appauvrissement en oxygène, se transformait lui-même en fraction de salpêtre, en formant une flamme longue qui, par son incandescence, projetait des étincelles semblables à celles de l'électricité. Toutes ces données, prises dans leur ensemble, la fumée du tabac et l'odeur phosphorique, déterminaient en général des maux de tête et chez quelques-uns le vertige. On avait ainsi obtenu toutes les phases graduelles de l'appauvrissement de l'air.

Pour terminer l'expérience de cette rude journée, Bauer ouvrit enfin la conduite d'air de 5 pouces de diamètre.

L'entrée de l'air dans l'intérieur eut pour résultat de produire un effet semblable au bruit d'une explosion; tout l'équipage ressentit un coup en pleine poitrine; plusieurs eurent

cette commotion dans toutes les parties du corps. Quant aux douze bouteilles d'air, elles ont été envoyées à l'Académie des Sciences pour être soumises à des analyses.

Cette importante expérience, dit Bauer, renversait une grande partie des théories émises jusqu'alors, et d'après lesquelles un homme absorbait 180 pieds cubes d'oxygène par heure pour vivre; mais, d'après lui, une consommation de 31 pieds cubes d'oxygène lui suffisait pour garder son activité naturelle.

La continuation des expériences permit d'observer la régénération de l'air par une pluie artificielle.

Lorsque Bauer remarqua que l'air s'appauvrissait en oxygène il fit actionner immédiatement une pompe dont le tuyau ou un orifice percé de petits trous en forme de pomme d'arrosoir et projetait ainsi une pluie fine dans l'intérieur du bateau; du reste, cette observation était facile, attendu que les bougies en stéarine menaçaient chaque fois de s'éteindre. Après cette opération, les flammes des bougies reprenaient leur intensité primitive, et les quatorze personnes de la mission pouvaient encore rester enfermées trois quarts d'heure de plus dans l'intérieur, et dont le volume était égal à 3.060 pieds cubes.

Par contre, l'équipage éprouvait bientôt des douleurs de tête lorsque l'on n'employait pas une action chimique, l'oxygène préparé par l'acide chlorique.

Pendant le même voyage d'expérience on remarqua que le renouvellement de l'air pris à l'extérieur et dans l'atmosphère libre n'exigeait aucune pompe, qu'avec un tuyau de 4 pouces de diamètre d'aller et retour l'air se renouvelait à l'intérieur dans l'espace de six minutes environ, et par une pression atmosphérique de 1/3, le thermomètre tomba à + 4° R. Très intéressantes étaient aussi les expériences de l'influence de la lumière au fond de l'eau. En plus des cinq hublots placés à l'avant, il en existait seize autres de 11 pouces de diamètre et de 2 pouces d'épaisseur en verre fin de cristal et placés à la partie supérieure sur les côtés et vers le fond. Naturellement l'éclairage par en haut et sur les côtés dépendaient principalement de la limpidité de l'eau en même temps que

de la profondeur à laquelle se trouvait le bateau, surtout pendant que Bauer se trouvait devant Cronstadt, au moment où la Néva déversait ses eaux après les journées de pluie, on ne distinguait guère devant soi à 6 pieds de profondeur qu'à une distance de 2 ou 3 mètres.

Dans une eau claire et limpide, les objets de bois ou les bateaux passant à la surface pouvaient facilement être vus par un sous-marin à une distance variable de 100 à 500 pas, par conséquent être poursuivis ou observés.

Par contre, dans un voyage postérieur, Bauer fit une autre expérience, qui sans doute fut la première de ce genre. Il adapta sur le côté et vers le fond des hublots par lesquels on remarqua qu'à une profondeur de 16 à 18 pieds, la lumière du soleil n'éclairait plus assez le fond pour distinguer des objets au fond de l'eau. Pour remédier à cet inconvénient, on adapta à l'intérieur et contre un hublot une lampe avec un puissant réflecteur, qui permit à Bauer de prendre des photographies des objets se trouvant sur le parcours. En supposant même que par moments les photographies laissaient à désirer au point de vue de la netteté, soit par l'inclinaison ou par le roulis du bateau, il n'en est pas moins établi que la photographie était possible au fond de la mer.

Une remarque très amusante a été faite; les silencieux habitants des profondeurs marines, qui n'étaient pas encore habitués aux visites de ce genre de monstre sous-marin, surtout lorsque toutes les lumières brûlaient à l'intérieur, les poissons venaient par bandes présenter leur tête aux hublots; un simple coup de marteau donné contre les parois suffisait pour les faire sauver avec rapidité, ce qui permet de croire que la navigation sous-marine faciliterait la pêche. Dans cet ordre d'idée considérant l'acoustique, Bauer disait qu'il avait remarqué que les cris et paroles partant des bateaux naviguant à la surface venaient se répercuter jusqu'au fond de l'eau, et à ce sujet il dit qu'à une expérience qui eut lieu près de Cronstadt, il fit remarquer qu'en frappant sur une plaque en métal placé au fond de l'eau, le son produit par le coup fut entendu à une

distance de 500 pas (?), en se servant d'un tuyau conducteur le son se transmettait davantage, et qu'en conséquence ce principe

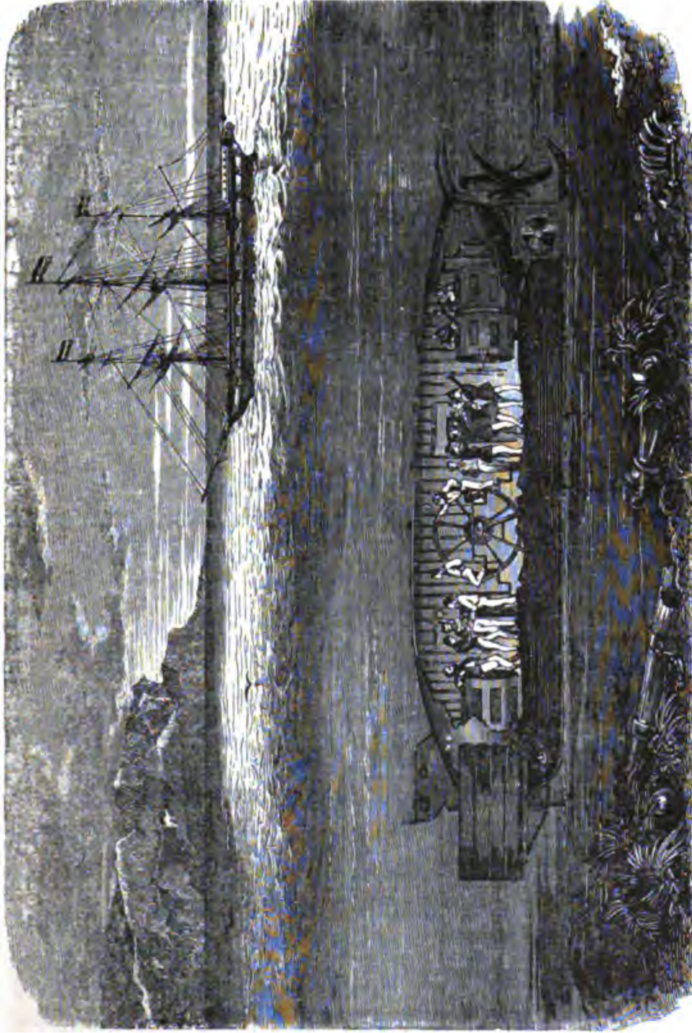


Fig. 37.
Bauer resta immergé pendant toute la durée de la fête du couronnement d'Alexandre II (le 6 septembre 1856).

pouvait être employé comme acoustique télégraphique. Nous remarquons donc déjà une des applications rationnelles de téléphonie.

En réalité, la véritable expérience d'acoustique reste, naturellement, celle observée pendant qu'il fit jouer la musique dans son bateau au fond de la mer.

Le 6 septembre 1856, jour de la fête du couronnement d'Alexandre II, Bauer prit à son bord, en plus du lieutenant Fedorowitch et de son équipage, quatre musiciens, des équipages de la flotte (capitaine B. v. Taube). Au premier coup de canon tiré par les batteries de Cronstadt pour annoncer le commencement de la fête du couronnement à Moscou, *le Diable marin* s'immergeait au fond de l'eau, et les musiciens accompagnèrent l'Hymne national russe, chanté par tout l'équipage.

Pour la première fois depuis l'origine de l'homme, on pouvait entendre musique et chant au fond de la mer, ce qui ne manqua pas d'être considéré comme l'indice d'un avènement audacieux.

Le bateau resta immergé jusqu'au moment où la flotte russe annonça la fin de la cérémonie du couronnement, c'est-à-dire de neuf heures du matin jusqu'à une heure de l'après-midi, soit pendant quatre heures.

Le son de la musique ne retentissait pas de trop dans l'intérieur du bateau ; mais, par contre, à l'extérieur, le son des instruments ressemblait plutôt à celui d'une musique à grande distance. D'après les observations faites par l'Académie, la musique de l'intérieur a été reconnue claire et pure à 145 pas du bateau.

Malgré toutes ces expériences concluantes, à part le grand-duc Constantin, Bauer ne trouva en Russie ni ami ni admirateur. la nation russe était irritée contre cet Allemand, et l'Amirauté russe haïssait ce caporal de l'artillerie bavaroise, auquel personne ne voulait reconnaître le bien-fondé de son invention ; l'Académie elle-même, envieuse et jalouse, disputait à Bauer la propriété de son invention et ne lui marchandait pas le surnom de Caporal et non inventeur.

Malgré toutes ces manifestations corporatives, le lieutenant Fedorowitch resta devoué à Bauer ; il n'était pas à convertir,

ayant eu l'occasion de se pénétrer par lui-même des différentes lois et de leurs applications.

Pour faire taire toutes ces intrigues et critiques, Bauer cessa ses expériences pendant quelque temps. Lorsque, le 26 octobre 1856, une Commission technique, composée spécialement de personnes faisant partie de la Marine et du Génie, fut chargée d'étudier la question, pour construire plus tard un sous-marin plus important, elle pensa attirer le lieutenant Fedorowitch pour rendre impossible ce projet.

La Commission décida qu'une expérience aurait lieu à 3 werstes de Cronstadt; cette destination n'avait pas été indiquée à l'avance à Bauer; seul le lieutenant Fedorovitch connaissait les obstacles de cette région.

Le bateau sous-marin devait plonger et passer sous un navire; le peu de profondeur d'eau était inconnu de Bauer. Le lieutenant Fedorovitch avait reçu l'ordre d'être au gouvernail pour diriger et conduire le bateau.

Le sous-marin marchait vers son but avec une inclinaison, qui avait été déterminée, au préalable, pour passer sous la quille du navire; mais, comme il n'y avait pas de profondeur disponible entre le dessous du navire et le fond de la mer, il s'enfonça dans un banc de sable, et l'hélice fut prise dans les algues marines à 40 pieds du but à atteindre. Tous les moyens pour sortir le bateau de cette désastreuse position furent inutiles, après une demi-heure de travail.

Bauer évacua l'eau des grands cylindres et lâcha les gueuses en fonte servant de lest mobile; du même coup l'avant du sous-marin se présenta à la surface. Sitôt que l'écoutille se trouva hors de l'eau, sans adresser un mot à Bauer, le lieutenant Fedorovitch ouvrit le hublot et s'échappa prestement par cette ouverture, en ayant soin de la laisser ouverte; il fut recueilli par le bateau de secours, sur lequel se trouvait la Commission; pendant ce temps Bauer, occupé avec l'équipage au délestage du sous-marin, fut surpris par le flot d'eau qui entrait dans le navire; il ne lui restait donc plus qu'à l'abandonner.

Cette navigation sous-marine fut la cent trente-quatrième et dernière expérience que Bauer tenta en Russie.

Cependant il s'occupa de renflouer son bateau; ce travail demanda quatre semaines environ et valut à Bauer l'élévation au titre d'*ingénieur sous-marin*, avec brevet et uniforme spécial par le Gouvernement russe; ce qui ne manqua pas d'augmenter la rancune et la haine qui existaient déjà. Malgré les instructions du grand-duc Constantin, au lieu d'envoyer le bateau à l'usine de Leuchtemberg, au moyen de rouleaux, où il était plus facile de le transporter pour la réparation du gouvernail et de l'hélice, l'Amirauté préféra le faire échouer à 10 werstes d'Ochda; ce transport fut ordonné le 15 novembre 1856, et peut-être s'y trouve-t-il encore aujourd'hui, si toutefois les gréements n'ont pas été volés successivement.

Plus tard Bauer obtint la commande d'une corvette sous-marine armée de vingt-quatre canons, à propulsion mixte avec machine à vapeur pour la navigation à la surface, et machine à air comprimé pour fonctionner pendant les périodes d'immersion.

Pendant toute la durée de cette construction et encore pendant l'absence du grand-duc, tous les moyens furent employés pour empêcher la résolution de ce projet, et Bauer fut soumis à l'épreuve de toutes les adversités. Ce fut encore pis lorsque le grand-duc partit en voyage pour affaires, l'Amirauté intrigua tellement que l'ordre fut donné que Bauer devait se rendre à Irkust, en Sibérie, pour terminer son navire, qui devait être considéré comme secret d'Etat.

Bauer, sans hésiter, préféra demander son congé, qu'il obtint, du reste, à la suite d'une quatrième requête, au printemps de 1858, et se retira en Allemagne.

Voilà comment W. Bauer termina ses travaux en Russie.

*
* *

Les expériences de renflouage en même temps que celles relatives à la construction et à la navigation sous-marine ont eu un succès considérable.

Bauer avait apporté au cours d'expériences certaines améliorations à son appareil, relatives au mouvement et à la marche; quant au reste, son bateau n'avait subi aucune modification concernant la forme et le principe fondamental.

La conclusion de cette étude faisait ressortir premièrement pour l'industrie l'emploi de la cloche à plongeur, et pour la guerre, une corvette allongée de 24 canons, montée par 74 hommes d'équipage, d'une puissance de 350 chevaux-vapeur, avec propulsion par air comprimé pour la navigation sous-marine, comportant en même temps une barque destinée à contenir un plongeur.

Cependant à chaque nouvelle invention se pose la question primordiale : à quoi peut-elle servir? A ce sujet nous laisserons la parole à M. Bauer lui-même :

« Les colosses de la marine, disait-il, se rapprochent de leur tombe de jour en jour, de même que les puissants cuirassés, malgré tous les perfectionnements que les arsenaux français et anglais leur appliquent journellement, et le prochain siècle terminera cette lutte mortelle entre ces monstres et les modestes sous-marins. Il nous sera donné de constater les formes les plus variées, depuis la structure du plus gros monstre marin jusqu'à celle du phoque ou du chien de mer, pour arriver à imiter avec souplesse et dans son ensemble tous les mouvements et oscillations que la nature a donné aux habitants des régions sous-marines.

« Monitors, cuirassés ou autres, ne représentent plus aujourd'hui que des corbillards d'une marine surannée.

« Malgré toutes les critiques que l'on peut nous opposer, nous ferons observer que, jusqu'à ce jour, les professionnels de la marine n'ont pas encore réussi à se mettre d'accord, sur la question de principe, de savoir, au point de vue des évolutions et des mauvais temps, quelle serait la forme définitive à donner à toutes ces élucubrations représentant plus souvent une satisfaction personnelle en opposition avec les véritables lois de la nature, et peuvent se déclarer heureux et satisfaits, si un jour ils ne seront pas tournés en ridicule.

« Il est incontestable qu'avant de se lancer dans une transformation générale de leurs flottes, les Gouvernements européens, à titre d'épreuve, s'adresseront à l'industrie pour provoquer des expériences sous-marines, en partant de la cloche à plongeur, à l'aide de laquelle on peut obtenir des travaux industriels de marine, de renflouages de bateaux, la pêche aux perles fines, des constructions et des recherches sous-marines, des essais de transport de voyageurs ou d'explorations au fond de la mer, d'après le type d'une corvette sous-marine. Pour la concurrence, la navigation permettra de gagner du temps sur les vapeurs, en traversant leur route par en dessous, surtout par les gros temps, c'est-à-dire que ces transports pourraient se tenir à la surface, mais toujours prêt à plonger au premier obstacle qui se présente ; on éviterait ainsi les rencontres, cause de tant de catastrophes.

« La grandeur resterait naturellement relative au but auquel serait destiné le bateau afin de rendre le service rationnel. »

Le bruleur des côtes de W. Bauer

En 1861, le journal *Die Gartenlaube* offrait pour la première fois à ses lecteurs le récit relatif à « un inventeur allemand » connu par son naufrage (Slesvig-Holstein) d'un premier sous-marin dans le port de Kiel et le sauvetage de son inventeur, qui réussit à s'échapper. Bauer, considérant que ses peines étaient inutiles en ce qui concerne l'application de son invention au matériel de guerre, s'adressa alors à l'industrie.

Le journal *Die Gartenlaube* prit l'initiative pour la formation d'un Comité central en vue de l'exploitation du brevet de Bauer.

En ce qui concerne les connaissances techniques de l'inventeur, sa principale école fut la nature ; de plus il était doué d'un esprit d'observation et d'une grande persévérance, qui ne marchandait aucune peine pour arriver au but qu'il s'était proposé d'atteindre. Après ses travaux pratiques, il se tourna vers les livres pour chercher la solution du problème de la

navigation sous-marine; cependant la nature resta sa propriété.

Voici, du reste, comment il s'exprimait à ce sujet dans un mémoire resté célèbre dans les annales de l'industrie allemande.

« La nature, disait-il, ne nous a ouvert aucune porte pour entrer dans la mer, même en ressemblant à la forme de l'un de nos navires, qui nagent purement à la surface de l'eau; mais, par contre, elle a donné aux animaux aquatiques tous les mouvements et la souplesse nécessaires pour aller à la surface aussi bien qu'au fond de la mer, et même suivant certains mouvements circulaires et volumes différentiels restant réservés à quelques catégories d'animaux sous-marins.

« Certainement on dira: mais il existe des poissons volants et des oiseaux plongeurs. Ce raisonnement tombe de lui-même, lorsqu'il s'agit de continuité. Tous les habitants de la mer depuis l'acaliptu jusqu'à la baleine, devant les vagues de la tempête, se précipitent vers le fond de l'eau, parce que le choc est nuisible à leur structure mécanique. Nous constatons cette fuite de la part de l'aigle qui se retire dans son repaire aussi bien que le moineau qui se réfugie sous une toiture et l'oiseau des forêts qui descend sur les branches les plus basses.

« Seul l'homme, esprit supérieur, a eu la conception de vouloir résister à la tempête en restant à la surface de l'eau, en construisant des navires auxquels il consacre sa vie, sa fortune et son commerce. Malheureusement, aussi frêle que lui, sa conception se développe bien lentement pour imiter l'image de la nature; malgré lui il restera toujours le jouet de la vague et de la tempête, et n'oppose même pas la valeur d'un grain de sable à l'ensemble de la nature. Mais, petit à petit, par la puissance du raisonnement, l'homme s'inspira de la puissance des animaux et des mondes.

« L'impression que m'inspira la forme spéciale des animaux aquatiques m'amena à étudier la construction d'un bateau sous-marin ayant la forme d'un poisson, et je me trouvais bientôt pénétré de la possibilité de faire naviguer soit à la

surface, soit au fond de l'eau, le même appareil pouvant contenir notre faible créature.

« Je fis certaines expériences qui me permettaient d'approfondir davantage ce problème avec de petits appareils, en 1849 (comme cela a été déjà indiqué dans un récit relatif à un naufrage que j'ai fait avec mon premier sous-marin dans le port de Kiel). Ils ressemblaient à de petits frondeurs retenus par la main de leur père, et, malgré cela, causaient une fièvre mortelle à leur vieille tante, représentée par la flotte elle-même, simplement parce qu'ils portaient sur leur fond une flèche n'existant encore qu'en image.

« Mais, par sa puissance même, le sous-marin ne portera dans son intérieur que la paix.

« Chaque membrure de son corps sera utilisable et est destinée à un progrès nouveau ; son équipage servira à la pêche aux perles fines, de l'or, du corail, à la télégraphie, à la construction sous-marine, à des découvertes scientifiques dans les profondeurs de la mer.

« Si, par contre, la tante hargneuse, ou la flotte ennemie, se présente devant les côtes, le sous-marin, avec sa carcasse en fer, se précipitera, invisible, à sa rencontre pour lui ouvrir le ventre et lui extraire son mauvais esprit. »

Toutes les considérations de Bauer ne pouvaient que convertir bien des gens à la navigation sous-marine, surtout par son raisonnement, aussi clair que rationnel.

La gravure (*fig.* 38) est relative à l'emploi du sous-marin dans une action double.

« Le garde-côte proposé, dit Bauer, a la forme approchante d'une baleine ; sa carcasse est en fer, munie d'une machine de la force de 100 chevaux, et qui sert à la marche et aux évolutions à grande vitesse à la surface de l'eau pour arriver jusqu'à la portée des canons des vaisseaux ennemis; à partir de cette distance, le sous-marin plonge jusqu'à la profondeur de 30 pieds environ (9^{m},144), se rapproche ensuite soit dans le sens longitudinal à la quille, soit transversalement, en ayant soin de ne pas toucher au vaisseau ennemi auquel il doit éviter toute espèce de soupçon.

« Arrivé à destination, le sous-marin met le feu à sa torpille par l'intermédiaire d'une communication à l'avant; l'explosion,

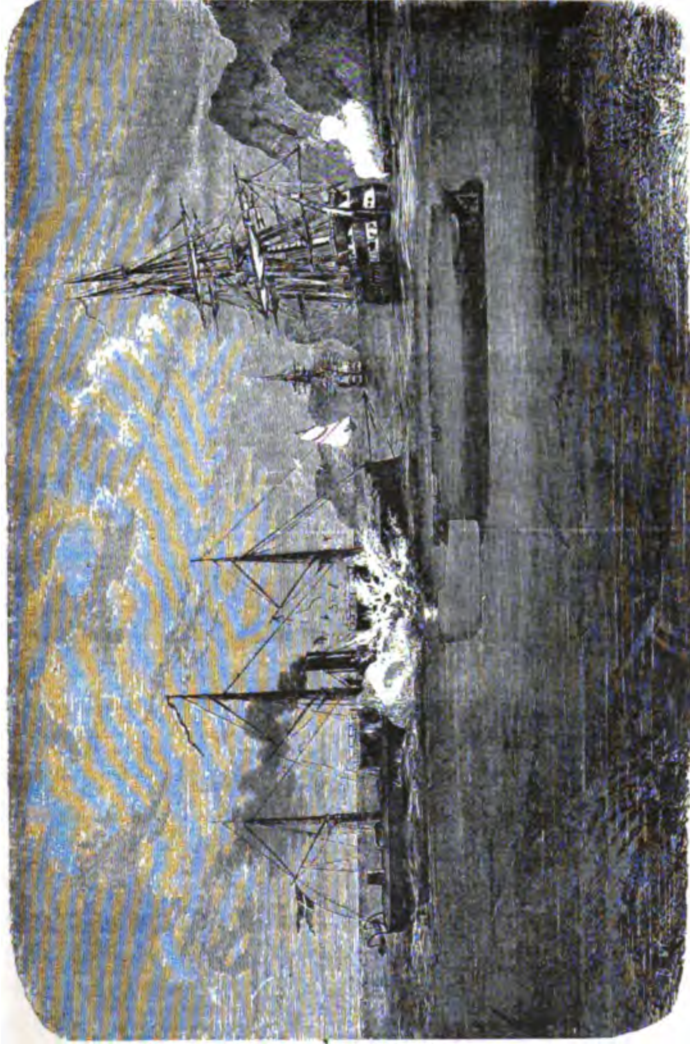


Fig. 38. Le brûleur des côtes de W. Bauer.

étant verticale, fait une ouverture de 1 pouce 1/2 à 2 pouces de diamètre, au minimum. Après cette première opération, par sa propulsion verticale, il remonte à la surface avec une évolu-

tion parabolique, ouvre les sabords existant dans la partie supérieure, profite de la surprise de l'équipage ennemi pour s'approcher et lui envoyer dans les flancs des bordées en ligne directe, et disparaître de nouveau dans les flots pour échapper à un abordage ennemi.

« A ce moment, sans secours, le colosse marin, se voyant abandonné, capitulera devant le chétif sous-marin à propulsion double, et l'on dira le Goliath vaincu par David. »

Le sacrifice demandé ne pouvait que s'exhausser devant une telle conception, et une somme de 100.000 thalers (375.000 francs) fut nécessaire pour arriver à la solution de ce vaste problème.

Malheureusement la souscription établie en vue de la construction de ce bateau, malgré l'appel fait par le journal ne réunit que la somme de 40.000 thalers (140.000 francs), somme beaucoup trop faible pour réaliser ce projet; l'affaire n'eut donc pas de suite.

Babbage, Scott Russel, Spirdinoff, Vilcoq et Deschamp (1855)

C'est en 1855 que les Anglais Babbage et Scott Russel présentèrent leur projet de sous-marin.

Celui de Babbage avait la forme d'un prisme de 14 mètres de longueur, $1^{m},30$ de large, 1 mètre de creux et terminé à chaque extrémité par des prismes triangulaires. Il était entièrement ouvert à sa base comme une cloche à plongeur et divisé en quatre compartiments que l'on emplissait d'eau ou que l'on vidait au moyen d'une pompe, suivant les besoins du service. La propulsion se faisait par une hélice tournée à bras par quatre hommes. La provision d'air nécessaire pour les besoins de l'équipage était contenue dans trois réservoirs sphériques; un certain nombre de hublots laissaient la lumière pénétrer à l'intérieur.

Cet étrange appareil était destiné à faire sauter les défenses sous-marines du port de Sébastopol pendant la guerre de Crimée.

Quant à celui de Scott Russel, nous avons vu précédemment

avec quelle désinvolture il dévalisa Bauer de son invention; néanmoins lord Palmerston lui ouvrit un crédit de 7.000 st. (175.000 francs); ce bateau était également destiné au siège de Sébastopol. Cette façon peu scrupuleuse d'aider un inventeur ne porta pas chance à Scott Russel, car ses essais, ainsi que nous l'avons vu précédemment, furent tout à fait désastreux.

Toujours en vue de la guerre de Crimée, un officier de la marine russe, Spiridinoff, après avoir étudié les appareils du Dr Payerne, proposa au Gouvernement de son pays un bateau sous-marin dont la propulsion était obtenue par la réaction de pistons fonctionnant dans des corps de pompe placés à la partie inférieure et parallèles à la quille du bateau.

Ces pompes étaient mises en mouvement par un moteur à air, lequel était actionné également par une pompe placée sur un navire à flot. La pompe et le moteur étaient mis en communication par des tubes flexibles.

Toujours dans cette même année 1855, Vilcoq et Deschamp présentèrent un petit navire sous-marin dont l'hélice était manœuvrée à main d'homme. A la partie supérieure de la coque se trouvait disposé un appareil en caoutchouc dans lequel se plaçait le navigateur. Deux manches également en caoutchouc permettaient à l'homme de saisir les objets à l'extérieur du bateau.

Mortier flottant de James Nasmyth (1855)

En 1855, un Anglais, du nom de James Nasmyth, imagina un bateau qui devait porter une bombe dans les œuvres vives d'un navire.

Ce bateau, mû par la vapeur, ne s'immergeait que jusqu'à la hauteur de sa cheminée et n'était donc pas, à proprement parler, un sous-marin.

La matière employée dans sa construction était le bois de peuplier d'une épaisseur de 10 pieds anglais; l'inventeur avait choisi ce bois de préférence à tout autre, de façon à avoir une coque suffisamment élastique et presque incombustible. Il mesu-

rait 70 pieds de longueur ; sa vitesse, de 10 milles à l'heure, était obtenue au moyen d'une hélice actionnée par une machine à très haute pression.

Une pièce unique contenait l'équipage, composé de quatre hommes, la chaudière et les divers mécanismes nécessaires à

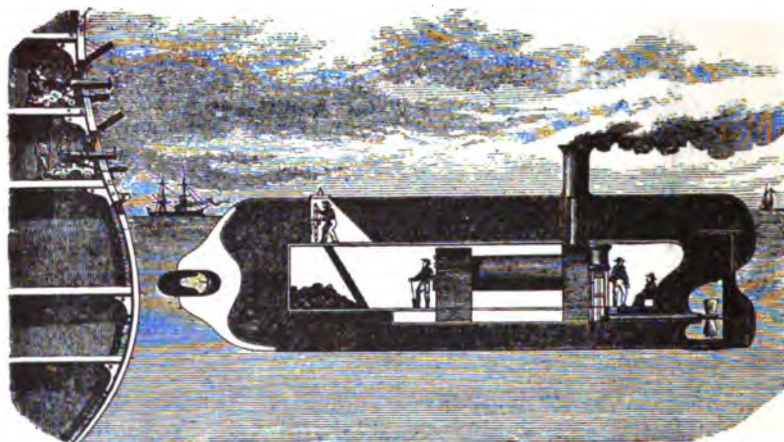


FIG. 39. — Mortier flottant de James Nasmyth (1855).

la manœuvre. Comme armement, il se composait uniquement d'une bombe placée à l'avant dans un énorme mortier.

Dès que le bateau était assez près du navire à attaquer, on lançait le mortier contre le navire, et la bombe faisait explosion (?).

Quant aux expériences qu'a pu faire ce bateau, il faut croire qu'elles n'ont pas donné satisfaction, car les journaux de l'époque sont muets à ce sujet.

ALTHABEGOÏTY (1856)

Un deuxième brevet est pris en 1850 par M. Althabégoïty pour un bateau sous-marin, l'hydroscaphe, dont la longueur était de 25 mètres sur 12 mètres de largeur. Il était composé de deux coques en bois dont l'assemblage lui donnait une forme

analogue à celle d'une noix. Le genre du moteur était indéterminé.

Ce curieux projet de bateau portait un tuyau ou une sorte de cheminée fermée hermétiquement par un clapet.

Dans cette cheminée, qui s'élevait d'un ou plusieurs mètres au-dessus de l'hélice de sustentation, se trouvait une échelle de corde donnant accès dans l'intérieur du navire.

L'immersion s'obtenait par l'introduction d'un lest d'eau à la

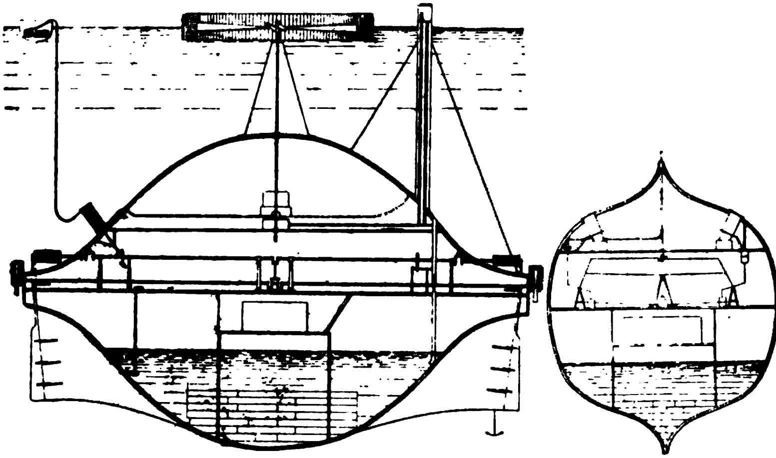


Fig. 40 et 41 (Althabegolty, 1866).
Longueur, 25 mètres; largeur, 12 mètres; propulsion par deux hélices au moyen d'un moteur non déterminé; immersion par introduction d'eau et hélice verticale; construit en bois.

partie inférieure du bateau, deux hélices placées l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, donnaient la propulsion au bateau.

Un canot ordinaire accompagnait l'hydroscaphe et il était pourvu de tous les appareils nécessaires pour lui fournir de l'air quand il serait immergé.

Ce bateau n'a pas été construit autrement que comme modèle réduit de laboratoire.

William-Edward Newton (1856)

William-Edward Newton, a étudié un sous-marin et une série d'appareils de plongeurs, combinés et destinés à retirer les objets coulés au fond de la mer.

Ce bateau est construit assez solidement pour résister à la

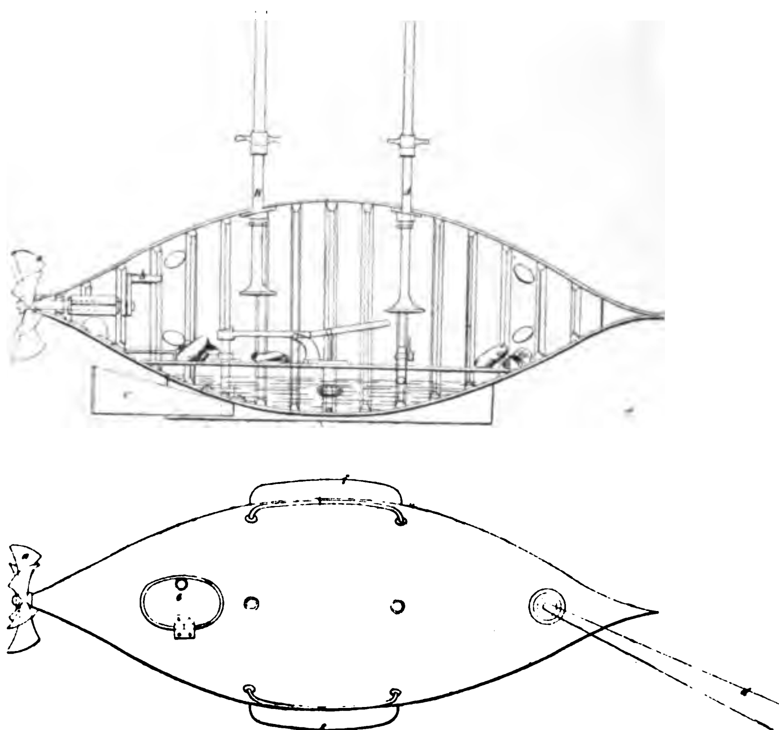


Fig. 42 et 43 (William-Edward Newton, 1856).

pression de l'eau, et aux profondeurs auxquelles on désirait descendre ; il est construit en fer avec de fortes nervures pour empêcher son écrasement.

Sa forme affecte celle d'un œuf avec des bouts pointus. Il

est mis en mouvement par une hélice *a* que font tourner, soit, par une manivelle *b*, les personnes placées à son intérieur, soit un ressort d'horloge, soit une machine électro-magnétique.

A l'arrière de ce bateau est adapté un gouvernail ordinaire, et son avant est muni d'un autre gouvernail à mouvement vertical. Il a deux quilles de manière à reposer en équilibre lorsqu'il s'échoue. Ce bateau doit être assez grand pour contenir de l'air en quantité suffisante pour que plusieurs personnes y puissent respirer aussi longtemps qu'il peut être nécessaire de demeurer sous l'eau sans qu'il soit besoin de le ventiler.

Le bateau étant construit avec ses fenêtres et ses ouvertures d'aérage fermant bien hermétiquement à l'air et à l'eau, il est prêt pour le service. L'équipage y introduit du lest en quantité suffisante pour qu'il s'enfonce, puis, par le robinet, on y introduit une certaine quantité d'eau, et le bateau s'enfonce.

A l'aide d'une pompe, on fait sortir une partie de cette eau, jusqu'à ce que le bateau soit d'une pesanteur spécifique telle qu'il puisse monter ou descendre avec une égale facilité. On fait alors marcher le bateau dans la direction voulue, et on le dirige au moyen de deux gouvernails.

A l'intérieur du bateau est placée une lampe, ou lumière de Drummond éclairant par les fenêtres, et le pilote peut voir, par les hublots de l'avant, sa route et les objets qu'il rencontre.

Lorsqu'il est nécessaire de renouveler l'air, on fait sortir un peu d'eau par la pompe, et le bateau remonte à la surface.

Les tuyaux A et B sont alors repoussés de bas en haut ; à environ 2 mètres au-dessus de l'eau, on ouvre les vis-soupapes, et on aspire par en haut l'air intérieur, qui est remplacé par celui qui entre naturellement.

On peut aussi purifier l'air à un certain degré par une petite fontaine d'eau de chaux, coulant en plusieurs jets pour absorber le gaz acide carbonique, tandis que l'on ferait sortir d'un gazomètre une petite quantité d'oxygène.

On peut appliquer un lest pesant à l'extérieur du bateau, sous le fond ou sous les bancs latéraux, et que l'on peut

libérer de l'intérieur à un moment donné ; si le poids est sous le bateau, on peut l'abandonner en détournant une vis. Si ces poids sont sur les côtés, ils peuvent être suspendus à des cro-

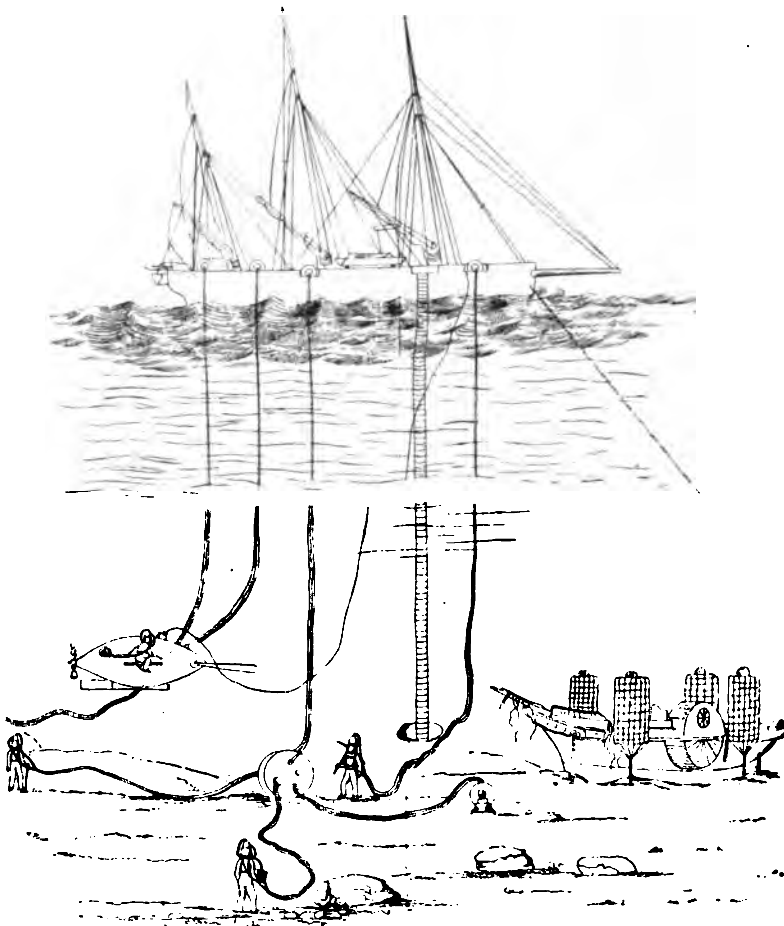


FIG. 44.

chets que l'on fait tourner de l'intérieur pour dégager le lest et laisser le bateau remonter promptement à la surface.

Lorsque des plongeurs doivent accompagner le bateau, ils s'asseyent sur les bancs *f*, à l'extérieur, et ils tirent de l'intérieur

l'air nécessaire à leur respiration par le moyen de tuyaux et d'un ventilateur ou aspirateur, les tuyaux étant assez longs pour permettre aux plongeurs de travailler à quelque distance du bateau.

Quand on le juge utile, le bateau peut être alimenté d'air par des tubes ventilateurs atteignant au-dessus de la surface de l'eau ; la circulation de l'air est entretenue par le moyen d'un aspirateur situé dans le bateau ou au-dessus de l'eau.

Le bateau peut être remorqué avec une corde de halage, par un bateau à vapeur, ou bien il peut être hâlé par les plongeurs qui sont à l'extérieur.

On peut employer un réservoir pour recevoir l'air et le distribuer aux plongeurs.



Fig. 45.

Le plongeur doit avoir une armature défensive, comme le montre la figure 45, pour résister à la pression de l'eau à de grandes profondeurs et, dans tous les cas, il doit avoir une pièce de tête *g*, à laquelle aboutissent les tubes aérateurs. L'un d'eux, le tuyau de sortie A, est relié à un aspirateur C (*fig.* 44) ou à une pompe à air qui aspire constamment l'air. L'autre tuyau, B, est celui d'alimentation, et il laisse arriver au plongeur de l'air qui descend naturellement pour remplir le vide partiel causé par le tube d'aspiration.

Lorsque l'armature protectrice permet de contenir les tuyaux dans l'espace qui se trouvent autour du corps, le tube d'exhaus-

sion est muni d'une branche s'étendant en bas pour extraire le gaz acide carbonique.

Dans des eaux profondes, il sera nécessaire d'employer une lampe (*fig.* 44). Un globe de verre contenant la lampe est muni d'un tube d'exhaussion et d'un autre d'alimentation, et le remplacement de l'air se fait de la même manière que pour un plongeur. Une lampe de forme convenable est aussi attachée à la poitrine ou à la pièce qui renferme la tête du plongeur, les mêmes tubes servant à alimenter d'air le plongeur et sa lampe.

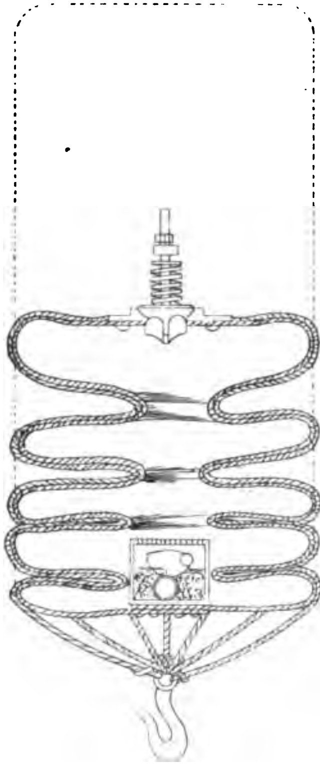


Fig. 46.

Les tuyaux respiratoires doivent être flexibles assez forts pour ne pas se rompre par la tension et munis à l'intérieur d'anneaux ou de boudins de fil de métal pour éviter l'écrasement.

A la jonction des tuyaux avec les costumes sous-marins, chacun d'eux doit être muni d'une soupape construite, de telle sorte que, si le tuyau se rompait et donnait accès à l'eau, la soupape se fermerait et protégerait le plongeur.

En cas d'accident au costume, laissant pénétrer l'eau à l'intérieur, le tuyau d'alimentation doit être situé et construit de telle sorte que le plongeur puisse le prendre dans sa bouche et être ainsi assuré de pouvoir respirer jusqu'à ce qu'il puisse remonter à la surface et ouvrir un robinet lui donnant directement l'air au-dessus de l'eau.

Pour recouvrer les objets submergés lorsqu'on les trouve dans une eau peu profonde, comme, par exemple, un vaisseau, on se

sert de sacs pleins de gaz semblables à celui représenté (*fig.* 46); chacun d'eux est calculé de manière à flotter à la surface en supportant un poids d'environ 10 tonnes. Ces sacs ont, de préférence, une forme cylindrique d'environ 4 mètres de long sur 2 mètres de diamètre, lorsqu'ils sont gonflés. Le sac doit être imperméable et assez fort pour contenir le gaz. Il est muni d'une soupape maintenue fermée par un ressort et par la pression extérieure, mais qui permet au gaz de s'échapper, si la pression intérieure devient trop grande.

Ces sacs sont attachés par des chaînes au vaisseau submergé, comme le montre le dessin (*fig.* 44), puis on les gonfle.

Le gaz qui doit gonfler les sacs se produit au moyen de matières chimiques. Par exemple, dans un vase situé au bas du sac et qui y est attaché par un joint hermétique, on met de l'alcali dissous dans l'eau (ou, par exemple, de la magnésie à l'état granulaire). Au milieu de cette matière est placée une bouteille d'acide (par exemple d'acide tartrique). En outre, un axe en fer, portant une came à l'intérieur du vase et une manivelle à l'extérieur, est adapté à cet appareil.

Lorsque le plongeur veut gonfler ce sac, il tourne la manivelle, et la came, venant frapper la bouteille, la brise et répand l'acide sur l'alcali; il se produit alors du gaz qui gonfle le sac et lui donne une puissance ascensionnelle.

On peut mettre de la limaille de fer ou du zinc dans le vase et de l'acide sulfurique étendu d'eau dans la bouteille; on produirait ainsi du gaz hydrogène; ou bien encore, on peut gonfler le sac en y brûlant un peu de poudre à canon.

Il n'est pas nécessaire, dans tous les cas, d'avoir un tirage artificiel dans les tubes respiratoires. Si ces derniers sont épais et non conducteurs, la chaleur du corps et celle de la lampe créent un tirage naturel.

Conseil (1859)

Le bateau sous-marin que fit construire Conseil présentait une grande analogie avec l'hydrostat du Dr Payerne.

Il était composé d'une coque renfermant un réservoir d'air comprimé, et de deux caisses à eau que l'on pouvait vider ou remplir au moyen d'une pompe.

L'immersion était obtenue par la manœuvre de gouvernails horizontaux, et la propulsion par une hélice mue à bras.

Le pilote se plaçait dans un compartiment séparé de la chambre intérieure par une sorte de pont formé de deux cloisons verticales. Ce pont était percé par une chemise en caoutchouc fixée au pont du bateau. Le pilote s'introduisait dans cette chemise de bas en haut et, après avoir passé ses bras dans les manches, on le coiffait ensuite d'un casque de scaphandre; l'air nécessaire à la respiration lui était fourni par celui renfermé dans l'intérienr du bateau.

Les essais de ce bateau furent faits à Paris entre l'écluse de la Monnaie et le pont Saint-Michel, devant une Commission nommée par le Ministre de la Marine et des Colonies.

A la surface de l'eau, la vitesse fut de 1 nœud et demi; mais il ne put jamais naviguer en immersion.

Bateau-cigare de M. Villeroi (1862)

Vers l'année 1862, un ingénieur français expérimentait, pour le compte des Etats-Unis, un bateau sous-marin surnommé bateau-cigare par analogie à la forme particulière qu'il affectait avec celle d'un cigare. C'était en effet un ovoïde très allongé dont l'avant et l'arrière se terminaient par deux cônes.

Il avait $10^m,670$ de long sur $1^m,100$ de diamètre. L'immersion se faisait par l'introduction d'un lest d'eau dans des tuyaux en gutta-percha, au moyen d'une pompe aspirante et foulante. La propulsion se faisait au moyen d'une hélice de

1 mètre de diamètre et actionnée à la main ainsi que les autres mécanismes. Comme renseignement complémentaire en ce qui concerne les expériences faites par ce bateau, citons, à titre de curiosité, le compte rendu publié par un journal de l'époque, *le Navigateur :*

« A quatre heures, la mer étant dans son plein, M. Villeroi est entré dans sa machine et l'a poussée au large. Le bateau sous-marin a d'abord couru à fleur d'eau pendant une demi-heure, ensuite il a plongé dans 5 à 6 mètres d'eau, où il



FIG. 47. — Bateau-cigare de M. Villeroi (1862).

a enlevé du fond des cailloux et a recueilli quelques coquillages. Il a couru ensuite en divers sens pendant cette submersion, pour tromper une partie des canots, qui l'avaient entouré depuis le commencement de l'expérience. M. Villeroi, remontant ensuite, a reparu à quelque distance, se dirigeant à fleur d'eau dans différentes directions, et après cette navigation, qui a duré en totalité cinq quarts d'heure, il a ouvert son panneau et s'est montré au public, qui l'a accueilli d'un vif intérêt et de ses suffrages. »

SOUS-MARIN AUTONOME DE M. ALSTITT (1863)

Ce sous-marin (*fig.* 48), construit en 1863 à Mobile (Etats-Unis), marque les débuts de la période des sous-marins à propulsion mixte.

Il était formé d'une coque à deux étages séparés horizontalement par un fort plancher en tôle.

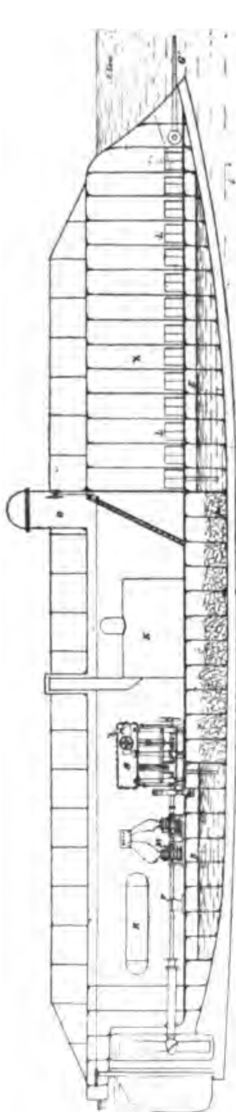


Fig. 48 (Alstitt, 1863).

Longueur, 21 mètres; hauteur, 3 mètres; propulsion mixte (machine à vapeur en émersion, moteurs électriques en immersion), immersion par introduction d'eau.

Le compartiment arrière du premier étage renfermait une machine à vapeur pour la marche à la surface et des moteurs électriques actionnés par des piles pendant les périodes d'immersion.

La partie milieu servait de poste à l'équipage. Un escalier permettait l'accès à une guérite vitrée O, servant à l'homme chargé de veiller aux approches et de donner la route. Cette guérite fermait hermétiquement au moyen d'une calotte sphérique, dès que l'on voulait plonger. De cette guérite on pouvait également avoir accès sur le pont du bateau où des bastingages étaient installés à cet effet A l'avant étaient disposés un certain nombre de compartiments. A, séparés entre eux par des cloisons transversales et destinés à recevoir des réservoirs d'air comprimé, des vivres et des munitions.

Le deuxième étage était divisé en trois compartiments, ceux d'avant et d'arrière, où était contenue l'eau nécessaire pour l'immersion du bateau, celui du milieu, les soutes à charbon.

Pour obtenir l'immersion du bateau, on faisait rentrer une certaine quantité d'eau dans les compartiments E, E, les feux étant

éteints, les bastingages rentrés, la cheminée se repliait comme un télescope, et une puissante batterie de piles actionnait les magnétos, qui faisaient alors manœuvrer l'hélice propulsive permettant ainsi le mouvement sous l'eau.

En outre de son gouvernail d'arrière, utilisé en marche normale, ce bateau était pourvu à l'avant d'un gouvernail à palette horizontale pouvant s'élever ou s'abaisser de façon à le faire plonger ou remonter davantage.

Son armement était composé de caisses hermétiquement fermées et chargées de poudre; elles étaient fixées de chaque côté du bord par une chaîne de fer assez longue partant de l'intérieur du bateau ; ces caisses étaient, en outre, construites de telle sorte qu'elles pouvaient remonter à la surface en vertu de leur légèreté spécifique pour y éclater sous les œuvres vives d'un navire à l'ancre. La mise de feu s'obtenait à l'aide d'un courant électrique de l'intérieur du bateau et au moment voulu par l'opérateur.

Si le navire à attaquer se trouvait en marche, le sous-marin se tenait sous l'eau à quelque distance du navire à attaquer et semait sur la route qu'il devait suivre (?) une profusion de torpilles flottantes qui devaient éclater au contact de sa carène.

Nous ne croyons pas que ce sous-marin, vu le mécanisme rudimentaire qu'il possédait ainsi que son gouvernail d'immersion placé à l'avant, ait pu donner des résultats satisfaisants ; mais néanmoins c'était déjà un pas de fait dans la voie des bateaux sous-marins à propulsion mixte.

Olivier Riou (1861)

En 1861, Olivier Riou présente deux modèles de sous-marin de 13 mètres de longueur sur 3^{m},50 de diamètre; le premier était mû à la vapeur (l'éther employé comme combustible) et le deuxième par l'électricité au moyen de piles.

Ces bateaux étaient constitués par deux cylindres concentriques A, B, laissant un espace vide que l'on remplissait ou que

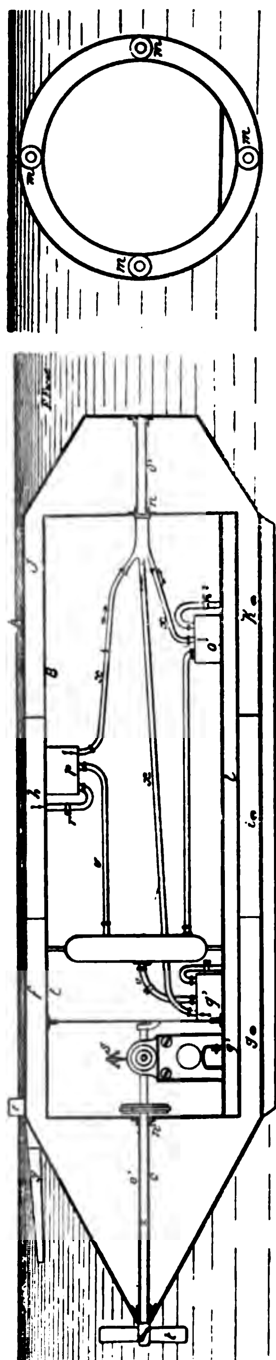


Fig. 49 et 50 (Olivier Riou, 1861).
Longueur, 12m,30; diamètre, 3m,28; propulsion par moteur à vapeur, l'éther étant employé comme combustible; immersion par introduction d'eau.

l'on vidait à volonté au moyen de six robinets *f*, *g*, *h*, *i*, *j*, *k*; suivant qu'on voulait augmenter ou diminuer la densité du bateau.

Le deuxième cylindre était contenu dans le premier et reposait sur celui-ci au moyen de galets *m*. Aux deux extrémités de ce cylindre se trouvaient les axes O et O', qui allaient rejoindre le premier cylindre A, lequel était mobile en deux points *n* et *n'*; l'intérieur de ces arbres était creux.

L'inventeur estimait qu'au moyen de cette double enveloppe la stabilité du bord était assurée. Le cylindre intérieur étant mobile, il suit en sens inverse les oscillations du cylindre extérieur et, en vertu des lois de la pesanteur, conserve toujours sa perpendicularité.

La plongée en profondeur s'obtenait en faisant passer l'eau du compartiment arrière dans celui avant.

Trois petits bassins en tôle communiquaient chacun au moyen d'un robinet intérieur *r*. Ces bassins étaient destinés à recevoir dans le cylindre intérieur l'eau du cylindre extérieur.

La machine à éther, pour la manœuvre de l'hélice, se trouvait placée dans l'espace S du cylindre intérieur.

V, V, tubes d'injections de vapeur allant du bouilleur O aux

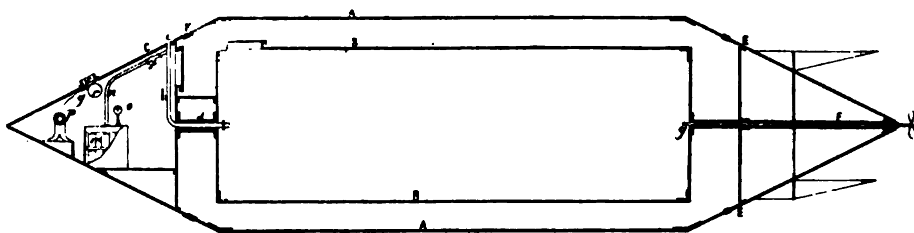


FIG. 51. — Sous-marin électrique d'Olivier Riou.

A, cylindre extérieur. — B, cylindre intérieur. — C, cône d'avant, relié au cylindre B par le tube *d*. — E, cône arrière. — F, arbre creux pour le passage de l'hélice. — *h*, tube de sortie de l'eau venant des réservoirs aux bassins placés dans le cylindre intérieur. — *i*, soupape permettant la sortie de l'eau. — *k*, assemblages aux joints étanches. — *m*, piles électriques. — *n*, dégagements des gaz de la pile. — *o*, manomètre. — *p*, bobine de fil. — *q*, lumière électrique. par la pile *m*. — *r*, miroir. — *s*, lentille.

trois bassins *o*, *p*, *q* ; *x*, *x*, conduites conduisant l'eau des bassins *o*, *p*, *q* à l'axe creux placé à l'avant pour se déverser ensuite à la mer.

El Ictineo de Narciso Monturiol (1861)

Comme le faisait très justement remarquer le journal allemand *Die Gartenlaube*, c'est en 1862 que l'on expérimenta *El Ictineo*, nom donné par l'inventeur. Cette copie du sous-marin de Bauer fut expérimentée au moins une soixantaine de fois, d'après l'auteur de *l'Espagne contemporaine*, publiée en 1862 et relatée dans un journal de Paris. Nous trouvons la description suivante, relative aux expériences faites à Barcelone en 1862, par ce *bateau-poisson*, comme on l'appelait à cette époque.

J'ai vu l'*Ictineo*. Il manœuvre à plusieurs mètres sous l'eau avec la même facilité qu'à la surface. Quand l'oxygène manque, un appareil le produit à mesure que le besoin s'en fait sentir, et pendant cinq heures un équipage de dix hommes est resté sous l'eau sans communication avec l'air supérieur. Ce n'est

pas tout : le navire est armé de canons et fait la manœuvre de cette arme avec autant de justesse qu'à terre ou à bord d'un autre navire; les coups sont dirigés de bas en haut contre la partie vulnérable de la coque des navires blindés, l'*Ictineo* est, en outre, armé d'une puissante tarière mue par la vapeur et propre à percer la coque des navires. L'invention mérite d'attirer les regards des marins et des soldats.

Le Plongeur DE M. BOURGOIS ET CH. BRUN (1863)

Nous emprunterons à la *Revue maritime et coloniale* la description complète de cet intéressant bateau [1].

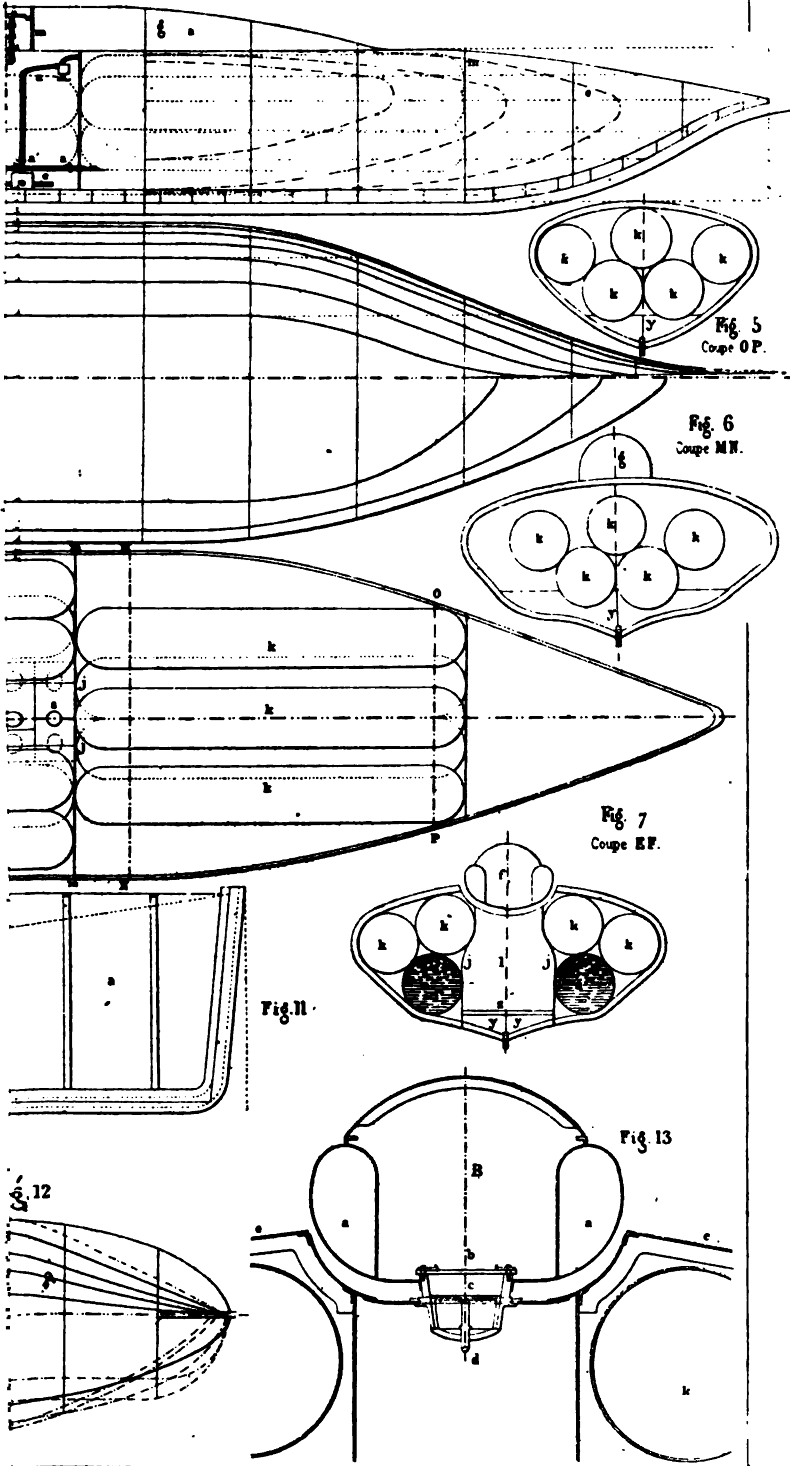
« La construction du *Plongeur* à Rochefort, sur les plans de M. Ch. Brun, ayant été décidée par le Ministre, on commença dans ce port, en juin 1860, la fabrication des premières pièces. Les figures ci-jointes sont empruntées à *l'Art naval*, en 1867, de M. le vice-amiral Paris.

« *Le Plongeur* est entièrement construit en tôle de fer. Sa carène, en forme de fuseau aplati, forme une surface continue et fermée. Il a les dimensions suivantes :

Longueur entre perpendiculaires	42m,50	
Largeur hors tôles	6m,00	
Profondeur, y compris la hauteur de la quille	3m,00	
Distance du sommet de l'observatoire au-dessous de la quille	4m,35	
Poids de la coque	135T,00	453t,20
— de la machine et du réservoir à air	59T,00	
— de l'eau introduite pour l'inversion	33T,00	
— de l'équipage et des objets d'armement	13T,00	
— du lest en fer	212T,35	
Surface du maitre-couple immergée	13m²,00	
Hauteur du centre de gravité sur quille	1m,395	
— du centre de carène sur quille	6m,772	
Distance de centre de carène au centre de gravité	0m,623	

« L'avant du *Plongeur* se termine en pointe, mais il ne porte aucun appendice destiné à l'emploi de la torpille. La question

[1] *Revue maritime et coloniale*, 1889.



ngée ; *d*, piston hydrostatique ; *e*, tuyautage d'eau ; *g*, panneaux ;
net d'air ; *p*, *p*, panneaux d'entrée et de sortie ; *s*, hélice verticale ;
gitudinale horizontale. — Fig. 5, 6, 7, 9, 10. Coupes transversales.
ı canot.

des moyens de destruction avait été réservée pour n'être étudiée qu'après celle de la navigation sous-marine. L'épine dorsale du bateau est surmontée, au tiers de sa longueur, à partir de l'arrière, par une petite tourelle de $1^m,50$ de hauteur et $0^m,60$ de diamètre, destinée à servir d'observatoire pendant la navigation à fleur d'eau, et percée dans ce but de regards vitrés dans plusieurs directions.

« Sur l'avant, vers le milieu de la longueur, cette épine dorsale est aplatie pour recevoir une embarcation de sauvetage à fond plat, qui vient se superposer à la coque et s'y fixer par trois grandes vis. La partie supérieure de cette embarcation est fermée par un dôme mobile. Ce dôme se raccorde avec le sommet de la coque du bateau par une carapace percée de trous qui permettent l'introduction et la libre circulation de l'eau entre cette carapace et la coque. C'est dans le même espace que s'échappe, par une soupape, l'air en excès à l'intérieur du bateau. Enfin des trous d'homme correspondants et placés deux à la partie inférieure de l'embarcation et deux à la partie supérieure de la coque, permettent, lorsqu'ils sont ouverts, de passer librement du bateau dans l'embarcation pour échapper à un danger. L'intérieur du *Plongeur* est divisé en plusieurs compartiments par des cloisons étanches transversales et longitudinales. Les deux premiers, à l'avant, sont formés par des cloisons transversales. Le premier est entièrement vide, et le second renferme un groupe de cinq réservoirs à air tronconiques. La cloison transversale qui le limite à l'arrière est à 12 mètres de l'extrémité avant du bateau. En arrière de cette cloison, règnent, sur une longueur de 22 mètres, deux cloisons longitudinales, symétriquement placées à $0^m,85$ de distance du plan médial longitudinal. En abord de chacune de ces cloisons, des cloisons transversales limitent trois compartiments renfermant chacun trois réservoirs cylindriques terminés par des calottes sphériques. Entre les deux cloisons longitudinales règne une coursive, ou chambre de manœuvre, de 22 mètres de longueur sur $2^m,60$ de hauteur, et d'un volume de près de 100 mètres cubes. L'arrière du bateau est occupé

par la chambre de la machine et par deux réservoirs à eau.

« Les réservoirs à air sont en tôle d'acier de 8 millimètres d'épaisseur. Ils ont $7^m,25$ de longueur et $1^m,12$ de diamètre (grand diamètre pour les réservoirs tronconiques). Leur poids total est de 45 tonneaux. Le volume total des cinq réservoirs tronconiques de l'avant est de 30 mètres cubes, celui des dix-huit réservoirs cylindriques placés dans les compartiments latéraux, de 117 mètres cubes. Ces réservoirs étaient chargés au départ à la pression de 12 atmosphères par une pompe de compression spéciale, qui, embarquée sur une allège du pont, *le Cachalot*, suivait *le Plongeur* dans ses expériences.

« Les réservoirs à air de chaque groupe communiquent entre eux et avec la machine à laquelle ils fournissent l'air nécessaire à son fonctionnement. Ils communiquent avec un long tuyau longitudinal, aboutissant, par ses extrémités, à deux prises d'eau, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, par lesquelles s'opère l'introduction ou l'expulsion de l'eau des réservoirs selon la manœuvre à opérer. L'introduction a lieu par le simple effet de la pression du liquide extérieur. L'expulsion s'opérait à l'origine en amenant de l'air comprimé des réservoirs sur la surface supérieure du liquide. Le volume total des réservoirs à eau était de 56 mètres cubes; mais il dépassait les besoins, et dans la plupart des essais le volume d'eau à introduire pour passer de la situation à fleur d'eau à celle d'immersion complète était seulement de 33 tonneaux.

« La manœuvre des robinets au moyen desquels on remplissait ou vidait les réservoirs à eau déterminait les grands mouvements d'immersion pour naviguer sous l'eau ou d'émersion pour revenir à la surface et naviguer à fleur d'eau. Mais on avait besoin d'un instrument plus délicat pour obtenir, en naviguant sous l'eau, une immersion à peu près constante. Cet instrument consistait en deux cylindres verticaux placés sur l'avant de l'observatoire et communiquant par leur base supérieure avec le milieu ambiant, et par leur base inférieure avec l'intérieur du bateau. Dans chacun de ces cylindres se mouvait un piston, dont la tige, située à la partie inférieure et filetée,

recevait d'un volant manœuvré à bras un mouvement vertical.

« En élevant ce piston, on augmentait le volume du bateau immergé, et l'on déterminait son ascension. En l'abaissant, on diminuait ce volume et l'on déterminait la descente. La quantité de cette augmentation ou de cette diminution de volume pouvait être connue avec exactitude par le déplacement du piston dans le cylindre.

« Il fallait aussi prévoir la nécessité de remonter promptement à la surface en cas de danger imminent, de voie d'eau, par exemple. Dans cette prévision, au-dessous du parquet étanche de la chambre de manœuvre, la coque était divisée en plusieurs petits compartiments renfermant du lest. Un certain nombre de ces compartiments, renfermant 34 tonneaux de lest en vieux projectiles sphériques, étaient fermés au bas par une porte en tôle à charnière, continuant les formes de la carène et maintenus au moyen d'une petite chaîne et d'une tige traversant le parquet étanche. Lorsqu'on voulait abandonner le lest mobile que renfermaient ces compartiments, il suffisait d'agir sur un déclic qui arrêtait la tige, et aussitôt le lest, par son poids, faisait ouvrir la porte et s'échappait librement. On obtenait ainsi une force ascensionnelle instantanée de 34 tonneaux, qui faisait remonter le bateau à la surface. Le reste du lest était arrimé à demeure dans d'autres compartiments, sous le parquet étanche et en divers endroits du bâtiment, aussi bas que possible, pour obtenir une stabilité de poids suffisante. Le centre de gravité se trouvait ainsi, comme nous l'avons dit, à $0^{m},623$ en contre-bas du centre de carène.

« La machine située à l'arrière, dans les façons du bateau, occupait un espace de 3 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur. Elle était à simple effet, composée de deux groupes de deux cylindres, inclinés à 45° et conjugués deux à deux sur la même manivelle.

« Comme dans les machines atmosphériques, les bielles étaient attelées directement à la face supérieure des pistons. Le diamètre intérieur des cylindres était de $0^{m},32$, comme la course des pistons. La machine était munie d'une détente

variable. Elle faisait mouvoir une pompe d'épuisement d'eau.

« L'air amené des réservoirs n'agissait que sur la face inférieure du piston. Après s'être détendu dans le cylindre, il s'évacuait dans l'intérieur même de la chambre où il servait à la respiration de l'équipage. Une soupape placée à la partie supérieure du bateau, vers le milieu, s'ouvrait de dedans en dehors pour laisser échapper l'air en excès, lorsque la pression intérieure l'emportait sur la pression extérieure, c'est-à-dire sur la pression atmosphérique augmentée de celle de la colonne liquide supérieure à l'épine dorsale du bateau.

« L'hélice définitivement adoptée par *le Plongeur* avait quatre ailes, un diamètre de 2 mètres, un pas de 4 mètres et une fraction de pas totale de $0^m,375$.

« En outre, du gouvernail vertical, placé derrière l'étambot et dont la tête pénétrait à l'intérieur pour recevoir la barre, *le Plongeur* avait deux gouvernails horizontaux symétriquement placés de chaque bord à l'arrière. Ils étaient emmanchés sur un même arbre horizontal qui, par son milieu, pénétrait dans la coque, à l'intérieur de laquelle un treuil, manœuvré à bras, donnait à ces gouvernails l'inclinaison voulue. Leurs surfaces, dans la position intermédiaire qui convenait à la marche horizontale, prolongeaient celles de deux ailerons ou plans horizontaux à l'arrière du bateau. Pour descendre, on abaissait les gouvernails; pour remonter, on les élevait.

« L'embarcation de sauvetage du *Plongeur* avait 8 mètres de longueur, $1^m,70$ de largeur et $1^m,10$ de creux. Elle pouvait recueillir les douze hommes qui formaient l'équipage du bateau, et elle était munie, à ses extrémités, de coffres d'air qui déterminaient son ascension et la rendaient insubmersible.

« Les communications entre le pont supérieur et l'intérieur du bateau, lorsqu'il était émergé, avaient lieu par un panneau à l'avant de la machine et aussi par le sommet de l'observatoire. Lorsqu'il fallait plonger, ces ouvertures étaient fermées et leurs joints rendus étanches.

« Pour diriger la route à fleur d'eau, le capitaine à l'intérieur gravissait quelques marches d'une échelle et montait sur une

petite plate-forme d'où, en passant la tête et le corps dans l'observatoire, il apercevait par les regards vitrés les différentes parties de l'horizon. Il avait devant lui un compas de route et sous sa main des porte-voix pour commander les manœuvres de la machine, des gouvernails et des robinets des réservoirs.

« Des manomètres à mercure et à air comprimé, en communication avec le milieu ambiant, lorsque le bateau était plongé, servaient à mesurer la profondeur de son immersion.

« Des verres lenticulaires, percés en assez grand nombre sur le pont, répandaient à l'intérieur une clarté suffisante pour la manœuvre à fleur d'eau ; mais cette clarté était trop faible pour la lecture des instruments. Il fallait y suppléer par des lampes. »

Voici, toujours d'après le même journal, les résultats des expériences faites avec ce sous-marin :

« ... Les expériences faites auraient permis de constater l'exécution de la coque du réservoir à air et de la machine ; que le fonctionnement de celle-ci ne laissait rien à désirer ; que l'embarcation de sauvetage et le système de déclics pour lâcher au besoin le lest mobile répondaient à leur destination ; que la stabilité du *Plongeur* dans tous les sens, après comme avant son immersion complète, était suffisante ; que le bateau immergé jusqu'à ne laisser paraître au-dessus de l'eau que le haut de l'observatoire et les verres par lesquels on regardait pour gouverner, évoluait bien et pouvait être facilement dirigé vers le but à détruire, la nuit, sans être aperçu ; qu'à cette allure, comme sous l'eau, *le Plongeur* pouvait naviguer pendant environ deux heures, des vitesses de 4 nœuds en moyenne[1] ; que, dans les mêmes conditions de durée d'approvisionnement et de vitesse, mais avec une moindre certitude de direction, il pouvait, par une profondeur d'eau ne dépassant pas beaucoup 10 mètres, et par un fond régulier de sable ou

[1] Le mémoire original, qui a servi de point de départ aux expériences, prévoyait une vitesse comprise *entre 3 et 5 nœuds, et dont la moyenne serait à peu près de 4 nœuds.*

de vase, s'avancer vers le but à détruire en glissant et rebondissant sur le fond ; que le fonctionnement de la machine à air ne faisait éprouver aucune gêne sensible à l'équipage du bateau ; que les mouvements d'immersion et d'émersion par l'introduction et l'expulsion de l'eau des réservoirs étaient possibles et même faciles, mais que, malgré les modifications apportées au système pendant le cours des expériences, ces mouvements ne s'obtenaient pas assez promptement et avec certitude pour combattre à temps les mouvements d'ascension ou de descente qui venaient à se déclarer, et pour maintenir *le Plongeur* en équilibre entre le fond et la surface ; qu'il en était de même de l'action des gouvernails horizontaux, durs et lents à manœuvrer, parce qu'ils n'étaient pas équilibrés autour de leur axe horizontal et dont l'effet, en raison de la faible vitesse du bateau, ne se faisait que tardivement sentir ; que, dans ces conditions, la recherche de l'équilibre entre deux eaux aurait exigé, de la part du chef et de l'équipage, une attention et une présence d'esprit trop soutenues pour qu'il leur fût possible de mener à bien une opération de guerre aussi délicate que la destruction d'un bâtiment ennemi ; qu'ainsi le seul problème de l'équilibre, ou au moins de la limitation des oscillations verticales du bateau, au repos et en marche, restait à résoudre.

« C'était vers ce but que de nouveaux efforts devaient être dirigés, en améliorant le fonctionnement des organes destinés à régler la profondeur d'immersion. On ne pouvait guère rendre l'action des gouvernails plus efficace qu'en augmentant la vitesse du bâtiment, c'est-à-dire au prix de grandes dépenses, d'une reconstruction presque totale. Mais il y avait lieu d'espérer qu'on atteindrait le but simplement en appliquant la pression de l'air à la manœuvre du piston du régulateur au lieu de la force insuffisante des hommes.

« Telles étaient, en substance, les conclusions du rapport adressé au Ministre de la Marine, à la suite des expériences dont il vient d'être rendu compte, par MM. Bourgois et Brun, appelés à servir, le premier sur l'escadre d'évolutions et le

second au port de Toulon. M. le sous-ingénieur Lebelin de Dionne, du port de Rochefort, qui avait suivi les essais du *Plongeur*, fut appelé à les continuer dans un des bassins du port et dans la direction ci-dessus indiquée. »

Bateaux sous-marins des guerres de Sécession, *Davids* ou *Torpedo-boat* et *Winan* (1864)

Lors des débuts de la guerre de Sécession, les Fédérés commandèrent à un ingénieur français un sous-marin autonome, consacré exclusivement à faire sauter le célèbre Confédéré *Mérimac*. Quand le bateau fut terminé, il reçut en échange une somme de 250.000 francs.

Ce navire, qui avait la forme d'un cigare, de 35 pieds de long sur 6 de diamètre, était en tôle d'acier.

L'immersion s'obtenait également au moyen d'un lest d'eau dans un compartiment spécial, par le jeu d'une pompe aspirante et foulante, le mode de propulsion à la surface comme en immersion se faisait au moyen de huit paires d'avirons manœuvrés par seize hommes, placés moitié à babord et moitié à tribord.

L'air nécessaire à l'équipage était produit par deux machines, dont l'une consistait en un soufflet faisant passer l'air ambiant dans un vase rempli de chaux, l'autre produisant de l'oxygène. Une série de hublots très épais laissaient passer la lumière dans l'intérieur.

Enfin son armement consistait en un esparre placé à l'avant du bateau et au bout duquel était fixée une torpille.

L'inventeur devait, après chaque attaque suivie de succès, toucher une somme de 125.000 francs; mais quand l'essai dut avoir lieu, l'ingénieur avait disparu, et l'affaire n'eut pas de suite.

Les Confédérés, néanmoins, construisirent plusieurs de ces bateaux. Quelques-uns étaient destinés à naviguer comme des torpilleurs ordinaires, et les autres étaient de véritables sous-marins.

C'est ainsi que le torpilleur qui tenta de faire sauter l'*Ironsides*

était un torpilleur ordinaire, tandis que celui qui fit sauter le *Housatonic*, de 1.200 tonneaux de déplacement, était un sous-marin construit avec des tôles de chaudières. Il était mû à la main par huit hommes (*fig*. 66 à 68) et marchait à une vitesse

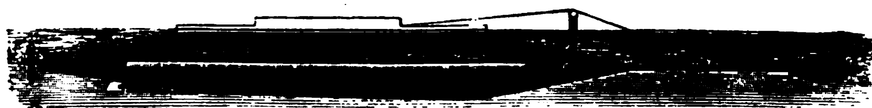


Fig. 65. — Torpilleur des guerres de Sécession.

maximum de 4 nœuds. La quantité d'air contenue dans le bateau était suffisante pour un équipage de neuf hommes. Au repos, l'immersion se faisait par l'introduction de l'eau dans des réser-

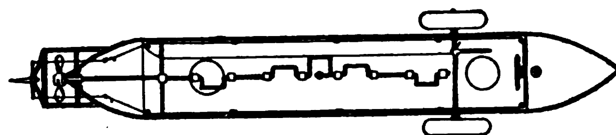






Fig. 66, 67 et 68. — *Torpedo-Boat* des guerres de Sécession.
Ainsi qu'on le remarque sur les deux figures supérieures, l'hélice était actionnée par un arbre à manivelles manœuvré par 8 hommes. Il y avait un gouvernail horizontal placé latéralement au tiers avant. L'homme de barre se trouvait à l'avant et lançait la torpille, ainsi qu'on le voit dans la dernière figure.

voirs *ad hoc ;* en marche, deux gouvernails horizontaux maintenaient le bateau dans son assiette longitudinale.

Les expériences faites avec ces bateaux *Davids* coûtèrent

fort cher ; ils donnèrent, il est vrai, quelques résultats ; mais ils avaient l'inconvénient grave, on en conviendra, de couler à pic sans motif apparent ce qui, avait pour premier résultat d'anéantir l'équipage qui le montait.

En effet, d'après M. Hovgaard[1], un de ces bateaux avait coulé sans que l'on en connût la raison, et les huit hommes d'équipage furent noyés, à l'exception de l'officier Payne, qui fut sauvé. Le bateau fut ensuite renfloué, et le lieutenant Payne offrit d'entreprendre de nouveaux essais ; il trouva aisément un autre équipage ; mais, par une nuit sombre et au large du fort Sumpter, le bateau se retourna, et le lieutenant Payne et trois hommes seulement purent se sauver.

Le bateau fut encore une fois renfloué, et le constructeur, M. Aunley, entreprit de faire lui-même le voyage ; mais, pas plus que ses prédécesseurs, il n'eut la chance d'aboutir à un bon résultat ; le bateau sombra, et tout l'équipage y trouva la mort.

Les Confédérés ne désespérèrent pas pour cela, et le bateau fut de nouveau renfloué, et le lieutenant Dixon, aidé d'un équipage résolu, en prit le commandement et se prépara à attaquer le *Housatonic*.

Voici d'après l'amiral Porter U. S. N, dans son ouvrage, *Histoire navale de la guerre civile* (1887), le récit des attaques exécutées sur l'*Ironsides* et le *Housatonic* par ces torpilleurs :

« Durant les opérations devant Charleston, il n'y avait pas de bateau dans la flotte aussi craint par les Confédérés que l'*Ironsides;* son équipage parfaitement exercé et ses tireurs de première force rendaient ses attaques contre les forts des plus dangereuses ; plusieurs tentatives furent faites pour détruire ce bateau avec des torpilles, mais sans résultats effectifs.

Cependant, dans la nuit du 5 octobre 1863, ils réussirent presque dans leur tentative. Un torpilleur, très ingénieux pour

[1] Hovgaard, *Sous-marine boat.*

l'époque, fut armé à Charleston et placé sous le commandement du lieutenant W.-T. Glassell, de la marine du *Confederate Navy*, avec ordre d'attaquer et de détruire le plus possible de cuirassés. Glassell était assisté par le capitaine Stoney, comme premier officier, J.-H. Toombs, ingénieur; Charles Scemps et Joseph Albes comme assistants. Le bateau appartenait à une classe connue sous le nom de *Davids;* en forme de cigare et muni d'une petite machine et d'une hélice, il avait les dimentions suivantes : longueur, 15 mètres; diamètre, 2^{m},70.

Pour l'attaque, une torpille était portée à bout d'esparres d'une longueur, de 4^{m},50 de la pointe du bateau.

Au moment de la tentative de destruction de l'*Ironsides*, le torpilleur était à l'ancre, en face de l'île Moris, et l'heure de 9 h. 15 du soir fut choisie pour l'attaque comme étant généralement le moment où le pont d'un bateau est désert en dehors du quart de service.

Un petit objet, semblable à une embarcation, flottant sur l'eau noire et presque à portée de la main, fut soudainement découvert par les sentinelles. L'officier de quart, C.-W. Howard, leur ordonna de faire feu; au même moment, le bateau reçut un choc terrible provenant de l'explosion d'une torpille, qui lança une colonne d'eau dans l'air et retomba ensuite sur le pont et dans la chambre des machines. L'enseigne Howard, mortellement blessé par un coup de feu tiré du bateau-torpilleur, mourut cinq jours plus tard.

La proximité du *Davids* et le but limité présenté par sa partie seulement visible, à peine 3 mètres sur 2, ne permettaient pas de faire usage des grands canons à longue portée; mais un feu nourri de mousqueterie fut dirigé contre lui jusqu'à ce qu'on le perdît de vue. Deux *monitors* furent lancés à sa poursuite et, quoique deux chaloupes fussent mises à la mer pour les assister dans leurs recherches, ils ne découvrirent rien. Heureusement il ne résulta aucun dommage pour l'*Ironsides*, et son salut fut sans aucun doute dû à une mauvaise appréciation de la distance de la torpille à la coque du cuirassé.

Le lieutenant Glasson fut par la suite recueilli en mer par un charbonnier et expliqua que l'explosion avait détruit le torpilleur et que lui et les deux officiers avaient été obligés de l'abandonner et se mettre à la nage pour sauver leur vie.

C'était un nouveau danger à combattre pour la flotte, et une surveillance plus stricte dut être observée.

Le Nord avec toutes ces ressources n'avait jamais pu posséder un torpilleur. Si la flotte à Charleston en avait eu au moins vingt, ils auraient éloigné tout obstacle plus vite qu'un ennemi énergique aurait pu le créer, et la route de Charleston aurait été ouverte à la flotte.



FIG. 69. — L'*Ironsides* attaquée par un *Davids*.

Les Confédérés cependant ne laissèrent pas tomber en désuétude l'idée de posséder de pareils bateaux sous-marins ou torpilleurs et équipèrent un autre *Davids* sur le même plan, mais avec des perfectionnements autres que celui qui avait tenté de torpiller l'*Ironsides*. Les premiers essais donnèrent des résultats si peu satisfaisants qu'à la fin les officiers du blocus n'y attachèrent plus d'importance.

Le 14 janvier 1864, le Ministère de la Marine écrivit au

vice-amiral Dahlgren, commandant la flotte de l'Atlantique du Sud au large de Charleston, pour l'informer qu'il avait reçu notice que les Confédérés avaient mis à flot un nouveau bateau capable de faire sauter sa flotte, et il considérait ce projet comme tellement important qu'il jugeait utile de lui en donner avis. Cependant Dahlgren ne pensa pas qu'un tel plan serait poursuivi contre les navires bloquant extérieurement le port, mais seulement contre les cuirassés à l'intérieur; néanmoins il pensa prudent de prévenir les officiers du blocus extérieur, afin de prendre les dispositions nécessaires en cas d'attaque. Malgré ces précautions, les Confédérés réussirent à franchir la barre avec un de leurs torpilleurs et, dans la nuit du 17 février, un beau bateau nouvellement construit, le *Housatonic*, à l'ancre devant Charleston et placé dans la position la plus favorable à une attaque de torpilleurs, fut détruit dans les circonstances suivantes : vers 8h 45 du soir, l'officier de quart à bord du *Housatonic*, F.-K. Crosby, découvrit un point suspect à une centaine de mètres au loin, qui se dirigeait vers le bateau. Tous les officiers de l'escadre avaient eu un aperçu général des *Davids* et de leurs formes particulières sur l'eau.

Le commandant en chef avait reçu des notes imprimées, donnant les descriptions de ces machines infernales et les renseignements nécessaires sur la meilleure manière de les éviter. Il avait attaché plus d'importance aux torpilleurs qu'on l'avait fait généralement jusqu'alors, et il commençait à considérer qu'ils constituaient la plus formidable difficulté pour la prise de Charleston. Il pressentit que la ligne entière du blocus serait probablement attaquée avec ces peu coûteux, mais pratiques et puissants engins, et que les officiers devaient se prémunir contre eux par tous les moyens en leur pouvoir.

Quand cette machine fut en vue de l'officier de quart, elle avait l'apparence d'une planche se mouvant sur l'eau, allant droit au bateau. Dans l'espace de deux minutes dès l'instant où elle fut signalée, elle était arrivée auprès du bateau. L'officier

laissa mollir les chaînes des ancres; la machine fut mise en marche, et tout le monde appelé sur le pont; mais, hélas, il était trop tard. Le torpilleur aborda le *Housatonic* juste à l'avant du grand mât, par tribord en ligne avec le magasin. L'homme de barre connaissait les points vulnérables de l'ennemi, et il manœuvra en connaissance de cause. Les canons sur pivot furent pointés sur tribord: mais il fut impossible de les diriger efficacement sur l'*intrus*.



Fig. 70. — Le *Housatonic* coulé par un *Davids*.

Tandis qu'à son bord on prenait froidement toutes dispositions pour percer un trou dans la coque du *Housatonic*, car le *Davids* put rester une longue minute le long des flancs de son ennemi. Au moment de l'explosion, le bateau trembla sur toute sa base, comme secoué par un tremblement de terre, et sembla soulevé hors de l'eau; il sombra par l'arrière, s'inclinant à babord, à mesure qu'il s'enfonçait.

Ce dut être une ouverture considérable que la torpille produisit dans les œuvres vives du *Housatonic* pour qu'il coulât si rapidement. Naturellement il y eut une grande consternation à bord par cet événement non prévu, et il n'y a rien de plus démoralisant pour l'équipage d'un navire de guerre que d'être torpillé sans pouvoir se défendre. Une centaine de livres de poudre au bout d'une perche est suffisante pour détruire le

plus puissant cuirassé; combien destructif l'effet de la charge eût-il été sur un vaisseau en bois.

La plus grande partie des hommes de l'équipage grimpèrent dans les gréements pour se sauver, et la panique régna à bord du *Housatonic*. Le capitaine (Pickering), ayant été à moitié tué par la violence de l'explosion, ce fut un sauve-qui-peut général.

Un bateau fut envoyé du Canahdiagua non loin de là, et ce bateau vint en aide et réussit à sauver une partie de l'équipage.

Etrange navire! on ne trouva pas trace du *Davids* après l'explosion; l'on supposa qu'il avait échappé pendant la confusion. Mais quand le *Housatonic* fut inspecté par les plongeurs, le torpilleur fut trouvé pris dans le trou qu'il avait fait, ayant été attiré par la rentrée d'eau, et tout son équipage fut trouvé mort.

Ces hommes s'étaient trouvés engagés dans une aventure audacieuse, et ils avaient dû à peine avoir l'espérance du succès; ils avaient essayé une fois auparavant dans l'intérieur du port, et une partie de l'équipage avait été projetée à la mer; comment pouvaient-ils espérer le succès en dehors du port où la mer pouvait être rude, lorsque la vitesse du *Davids* ne dépassait pas 5 nœuds et lorsqu'ils pouvaient être entraînés au large. Audacieux comme cela pouvait être, c'était du patriotisme le plus sublime et qui montre où des hommes peuvent être entraînés en faveur d'une cause pour laquelle ils ont destiné leur vie et tout ce qu'ils ont de plus cher.

L'emploi de torpilleurs était à cette époque fortement blâmé par les humanitaires; mais leur usage en guerre est parfaitement légitime. Ce qui alors était considéré comme contraire aux lois chrétiennes est maintenant employé non seulement par toutes nations, mais sous des formes encore plus destructives. Le torpilleur qui fut employé avec tant de succès par les Confédérés était bien primitif. Il a été si perfectionné et sa puissance destructive si étendue qu'il est appelé à devenir un des plus grands facteurs du maintien de la paix dans le monde;

et ces nations, qui ont construit des flottes de grands cuirassés avec lesquels elles dominent les nations plus faibles, doivent considérer s'il est prudent d'étendre ce système, étant donnés les progrès faits par le torpilleur, qui peut vraisemblablement mettre les plus petites nations à même de rivaliser avec les plus grandes.

Les succès des Confédérés appelèrent à nouveau l'attention des Fédérés sur l'idée des bateaux sous-marins et, en octobre 1864, des essais furent faits sur l'Hudson avec un bateau appelé *le Stromboli*, construit à Fairhaven, d'après les plans de l'ingénieur Wood. Les résultats de ces essais furent si satisfaisants qu'on dit que le Congrès eut l'intention de construire une vingtaine de ces bateaux.

Ce bateau était tout en bois et avait 22^m,50 de long, 6 mètres de large et 7 de profondeur. Il n'était pas, à proprement parler, un bateau sous-marin ou même plongeur, mais on pouvait laisser entrer une certaine quantité d'eau dans des réservoirs pour qu'il pût s'immerger jusqu'à ce que le pont fût sous l'eau, et il restait alors une sorte de tour conique, la cheminée et le ventilateur, dépassant d'environ 90 centimètres la surface de l'eau.

Le Stromboli était mû par une machine à vapeur, qui, à cent cinquante tours, donnait une vitesse de 10 milles à l'heure.

La torpille était construite comme celles que l'on porte à bout d'esparre à la distance de 9 mètres et contenait 100 kilogrammes de poudre de mine. La mise de feu était effectuée au moyen de l'électricité.

Le 16 novembre 1864, on trouve *le Stromboli* sous le commandement de John Lay, sous-ingénieur, qui se dirigeait vers Hampton Roads, où il devait attaquer les cuirassés des Confédérés; il arriva à bon port le 6 décembre; mais on ne sait pas au juste ce qu'il fit par la suite.

Ici se termine l'historique en ce qui concerne les exploits des sous-marins, pendant les guerres de Sécession.

Spuyten-Duyvil (1865)

Le célèbre *Spuyten Duyvil*, qui fut attaché à l'escadre de James Rivers pendant l'année 1865, au moment de la prise de Richmond, n'était pas à proprement parler un sous-marin, car il ne s'immergeait que jusqu'à la hauteur de sa cheminée, de façon à restreindre l'étendue de sa partie supérieure exposée au feu de l'ennemi.

Il fut construit et étudié par les soins de MM. William Wood

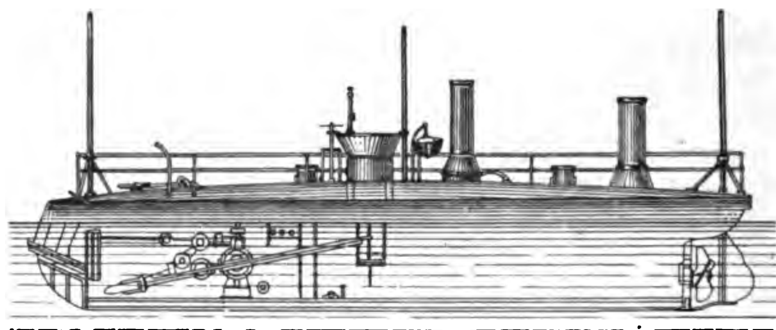


Fig. 71. — Le *Spuyten-Duyvil* (1863).

et John Lay, dans les ateliers de MM. Mallory et Cie. Il était construit en bois et son pont était blindé par des plaques de fer d'un pouce d'épaisseur. Comme dimensions principales, sa longueur était de $25^m,045$ de longueur, $6^m,295$ de largeur au maître-beau et $3^m,020$ de profondeur. Une tour-vigie, de $1^m,525$ de diamètre, se trouvait placée au milieu du pont. L'équipage se composait de neuf hommes y compris le commandant.

Tout armé et sans lest, son tirant d'eau était de $2^m,260$ et sa vitesse était de 9 milles à l'heure. Au moment de l'action, c'est-à-dire quand il était à peu près immergé, sa vitesse n'était plus que de 4 milles, et son tirant d'eau devenait de $2^m,770$.

La direction et la projection dans le plan horizontal prove-

naient d'un couple de tambours à chaînes, mis en mouvement par une machine inventée par M. Root, constructeur à New-York.

L'introduction de l'eau dans les réservoirs se faisait au moyen d'un jeu de pompes aspirantes.

MERRIAM (1866)

Le projet de M. Merriam rentre dans la catégorie des bateaux destinés aux travaux sous-marins ; mais il peut être armé en torpilleur. Il présente plusieurs points intéressants, empreints d'une certaine originalité. L'auteur émet des idées très judicieuses.

Notons tout d'abord la construction spéciale de la coque, dont la partie inférieure est fondue ; toutes les caisses à eau, les cloisons des divers compartiments, les deux puits et les pointes AV et AR sont venus de fonte avec la demi-coque inférieure.

La forte épaisseur de cette partie de la coque lui donne une grande résistance et sert en même temps de lest. Quatre autres points méritent d'être signalés :

L'hélice mobile sur son plan horizontal et servant de gouvernail ;

Le gouvernail de plongée placé à l'AR ;

L'emploi de deux poids de sécurité placés près des extrémités ;

La coque double dont l'intervalle laissé libre entre les deux coques sert de réservoir d'air.

Nous trouverons plus loin ces appareils et ces dispositions appliquées sur d'autres bateaux :

L'hélice mobile sur *le Goubet;*

Le gouvernail de plongée sur *le Gymnote ;*

Les deux poids de sonde ou de sécurité sur *l'Argonaute ;*

La coque double sur *le Narwal.*

La coupe transversale est ovale avec le fond plat.

La demi-coque supérieure D est en tôle rivée à la partie inférieure.

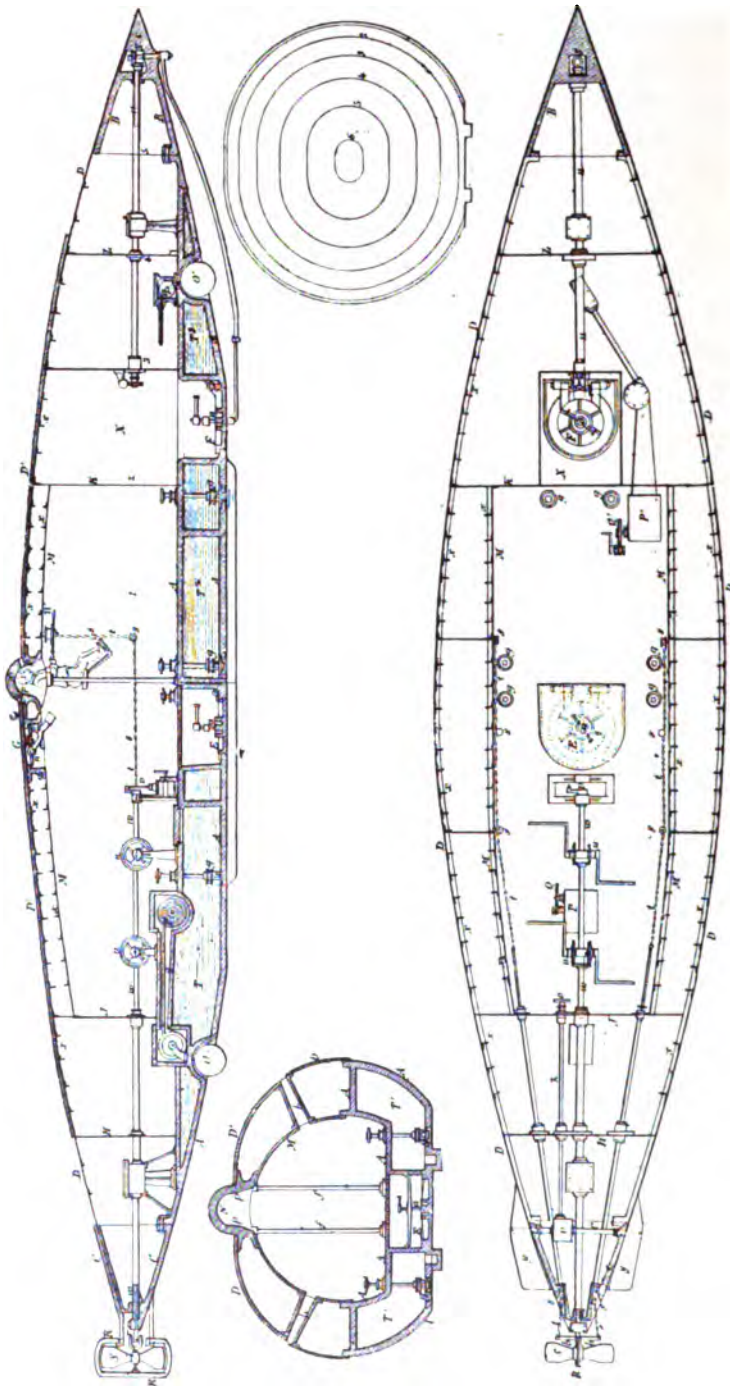


Fig. 72, 73, 74, 75 (Merriam, 1866).
Coupe longitudinale verticale. — Coupe et plan. — Coupe transversale.

Dans le fond A se trouvent deux trappes E, F, communiquant avec la mer; on peut entrer et sortir du bateau par le trou d'homme G, placé à l'AR de la coupole d'observation N.

L'intérieur est divisé en plusieurs compartiments par les cloisons H, J, K, L′; le compartiment de travail se trouve au milieu, O,O′, poids de sonde, servant à ancrer le bateau, à le tenir à une certaine profondeur, et servant aussi de poids de sécurité.

Les cabestans sont manœuvrés de l'intérieur du bateau, au moyen des manivelles Q, Q′; les arbres qui commandent les tambours des chaînes passent à travers des presse-étoupe. A l'AR se trouve l'hélice S, fixée à l'arbre *w* à l'aide d'un joint universel *r* et supportée dans un cadre à bascule R.

L'arbre *w* est mû à la main au moyen d'une transmission convenable U, ou d'une machine à air comprimé V.

Au cadre R sont fixés les bras *b*, auxquels sont attachées les chaînes du gouvernail *v*;

W, roue du gouvernail au moyen de laquelle on déplace le châssis qui porte l'hélice;

Y, gouvernails horizontaux servant pour plonger; ils sont manœuvrés au moyen du volant O;

X, compartiment du plongeur, qui peut quitter le bord par la trappe F;

T^1, T^2, T^3, réservoirs d'eau.

Lorsque le bateau est uniquement destiné aux usages industriels, on peut l'approvisionner d'air à l'aide de pompes, placées soit au-dessus de la surface, soit à bord même, mais munies, dans ce dernier cas, de tuyaux flexibles aboutissant à l'atmosphère; il peut être employé pour l'enlèvement des obstacles, pour la pose des fondations de ponts et autres travaux sous-marins et pour les opérations militaires, qui exigent l'emploi d'appareils plongeurs.

Samuel Hallet (1867)

Nous noterons en passant le sous-marin imaginé par Samuel Hallet, de New-York, qui figura à l'Exposition universelle de Paris (1867), et le sous-marin construit sur les plans d'Alexandrowski par les chantiers Winan, sur les bords de la Néva. D'après les renseignements fournis par M. Drezewiecki, ce sous-marin, qui déplaçait plus de 600 tonneaux, aurait été écrasé dans une immersion trop profonde et, après avoir été renfloué, aurait été désarmé pour servir de ponton.

Otto Vogel, Dr Barbour et Dr Lacomme (1869)

En 1869, l'Amirauté prussienne a approuvé les plans d'un sous-marin inventé par Otto Vogel.

La partie supérieure de la coque formait un pont blindé portant des pièces de gros calibre dont on se servait pendant la navigation à la surface. L'armement était complété par un canon sous-marin et des torpilles.

Le projet que présenta le docteur américain Barbour avait 7 mètres de longueur, 1 mètre de large et 1m,60 de creux.

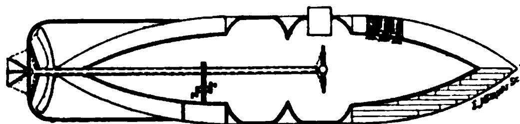


Fig. 76 (Dr Bardour, américain, 1869).
Longueur, 7 mètres; largeur, 1 mètre; hauteur, 1m,60; propulsion au moyen d'une hélice et d'un moteur à l'acide carbonique; construit en métal, bois et cuir.

La coque était double et, dans l'espace annulaire de la partie avant, se trouvaient arrimés les tubes à air B. La propulsion était donnée par une hélice mue par un moteur à acide carbonique. L'immersion était obtenue par un lest d'eau et par la manœuvre de deux gouvernails horizontaux. Le trou d'homme

était formé d'un cylindre télescopique muni de hublots en verre que l'on pouvait sortir à volonté pour explorer l'horizon.

Son armement consistait en cartouches de nitro-glycérine que l'on faisait exploser au moyen d'un fil électrique.

Nous signalons également le projet curieux du Dr Lacomme qui vint proposer, en 1869, à Napoléon III, un bateau-wagon sous-marin qui devait traverser la Manche, guidé par une voie ferrée submergée. Il était mû par deux hélices, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, actionnées par un moteur à air comprimé.

L'avant portait un appareil d'éclairage électrique. Enfin l'appareil pouvait remonter à la surface et naviguer comme un bateau ordinaire.

Il ne semble pas que ce projet, au moins curieux, ait intéressé beaucoup les contemporains. Il est aujourd'hui oublié.

Travaux de Bazin (1870)[1]

M. Ernest Bazin, ingénieur français, né à Angers en 1826, montra dans ses études un goût très prononcé pour les sciences physiques, mécaniques et mathématiques.

Pour satisfaire son goût de locomotion et d'exploration, il se fit marin, et, pendant plusieurs années, il parcourut l'océan Indien. Cette vie maritime donne l'explication de ses recherches et de ses inventions ultérieures, dont les plus importantes se rapportent à la marine; elles avaient germé dans son intelligence pendant le cours de ses voyages. De retour en France, en 1851, M. Bazin s'occupa de navigation aérienne, plus tard il inventa un tiroir équilibré pour machine à vapeur; il perfectionna la lampe des mineurs de Davy; il inventa une foreuse circulaire et tubulaire, que M. Leschot employa plus tard au percement du mont Cenis, en la perfectionnant par l'adjonction du diamant noir. M. Bazin inventa une foule d'appareils, les plus divers; nous ne retiendrons que ceux qui

[1] Documents communiqués par la famille Bazin.

ont trait à notre ouvrage, c'est-à-dire ses appareils sous-marins, sa cloche à plongeur, sa lampe sous-marine et son extracteur.

Avant de donner la description de ces appareils nous expliquerons par quel concours de circonstances M. Bazin fut



Fig. 77. — Portrait de Bazin.

appelé à s'en servir, pour opérer le sauvetage des galions de Vigo.

« En 1702, l'Espagne et la France, qui soutenaient péniblement la guerre dite de la Succession, voyaient s'épuiser leurs ressources. Malgré les énormes contributions prélevées sur son peuple par Philippe V, le moment approchait où les troupes, mal soldées, allaient refuser leurs services.

« On attendait avec impatience un convoi de vingt-deux

galions venant des Indes et apportant en or et en argent 450.000.000 francs, montant de deux années de contributions des colonies espagnoles. Mais ce convoi, le plus riche, dit-on, de ceux expédiés par les Indes jusqu'alors, était exposé à être capturé par la flotte anglo-batave, commandée par les amiraux Rooke-Hopson et d'Ormond, qui bloquaient les côtes méridionales de l'Espagne.

« Le comte de Château-Renault était sorti de Brest dans les premiers jours d'octobre 1702, avec quinze bâtiments de guerre français, pour aller rallier les galions que conduisait l'amiral Manuel de Velasco et, pour les escorter (Marianna, *Tables chronologiques*). Il les rejoignit sans encombre.

« Le point naturel de débarquement était évidemment Cadix, d'autant plus que ces galions apportaient en quantité considérable des marchandises précieuses appartenant à des commerçants de cette ville ; mais Cadix était soigneusement bloqué; il ne fallait pas songer à s'en approcher. Château-Renault engagea l'amiral espagnol à faire voile vers un port de France, mais cette proposition étant contraire aux instructions que Velasco avait reçues, fut par lui repoussée, et l'on se dirigea vers la côte Cantabrique.

« Les Anglo-Bataves, opportunément avisés du passage du convoi par M. Tenthuen, ambassadeur anglais à Lisbonne, mirent à sa poursuite leurs plus fins voiliers. Serrès de près, les Franco-Espagnols côtoyèrent le Portugal et se jetèrent dans la baie de Vigo; dont ils fortifièrent à la hâte l'entrée et les abords.

« Au lieu de débarquer précipitamment les immenses richesses contenues dans les galions, Velasco perdit en pourparler, avec les autorités de la ville, un temps précieux ; il avait ordre, disait-il, de ne délivrer son chargement qu'à un envoyé du Conseil royal de Castille, et il exigeait qu'on expédiât à Madrid un courrier pour demander l'autorisation de décharger à Vigo le riche convoi. Vainement Château-Renault lui démontrait le danger de ces tergiversations ; il persista.

« Le 22, par un temps très sombre, la flotte ennemie parut

devant Vigo. Manuel de Velasco fut alors contraint de commencer en toute hâte le déchargement, pendant que Château-Renault massait à l'entrée de la baie ses quinze bâtiments de guerre et qu'il disposait sur les rochers quelques pièces d'artillerie.

« Les métaux précieux extraits des galions étaient contenus dans des caisses qui, au fur et à mesure du déchargement, furent placés sur des charrettes attelées de bœufs, et dirigées sous bonne escorte vers Lugo, où elles devaient attendre l'arrivée de don Juan de Larrea, procureur du Conseil de Castille. Deux galions seulement purent être en partie déchargés. Grâce à un vent favorable, la flotte ennemie était arrivée rapidement à une portée de canon. Quatre mille Anglo-Hollandais débarquèrent et s'emparèrent en moins de deux heures de la ville de Vigo, pendant que l'amiral Hopson, monté sur le *Torbay*, forçait l'entrée de la baie et se jetait, malgré un feu très vif, sur le flanc de l'escadre française. L'amiral Van der Goes s'engagea à sa suite dans la baie, et le combat devint terrible.

« Les vaisseaux étant bord à bord, on ne pouvait se servir du canon, mais on se fusillait à bout portant, et les Anglais employaient, dit le marquis de San-Félique en ses commentaires, des feux d'artifices et du goudron enflammé qui répandaient sur « ce combat l'incendie et la mort ».

« Château-Renault fit des prodiges de valeur ; mais, accablé par le nombre, il ne tarda pas à comprendre que c'en était fait de son convoi, et il déclara à Velasco qu'il ne pouvait plus tenir. L'amiral espagnol, désespéré, préféra couler ses galions que de les voir tomber aux mains de l'ennemi. » Ainsi, dit Modesto Lafuente, en sa belle *Histoire d'Espagne*, disparurent dans les flots d'immenses richesses en or, en argent et en marchandises précieuses ».

En raison de ce qui précède, M. M. Magen, banquier à Madrid en 1869, et très convaincu de l'existence des richesses sous-marines de Vigo, fonda une Société destinée à exécuter les travaux d'exploration et de sauvetage des galions coulés dans la baie.

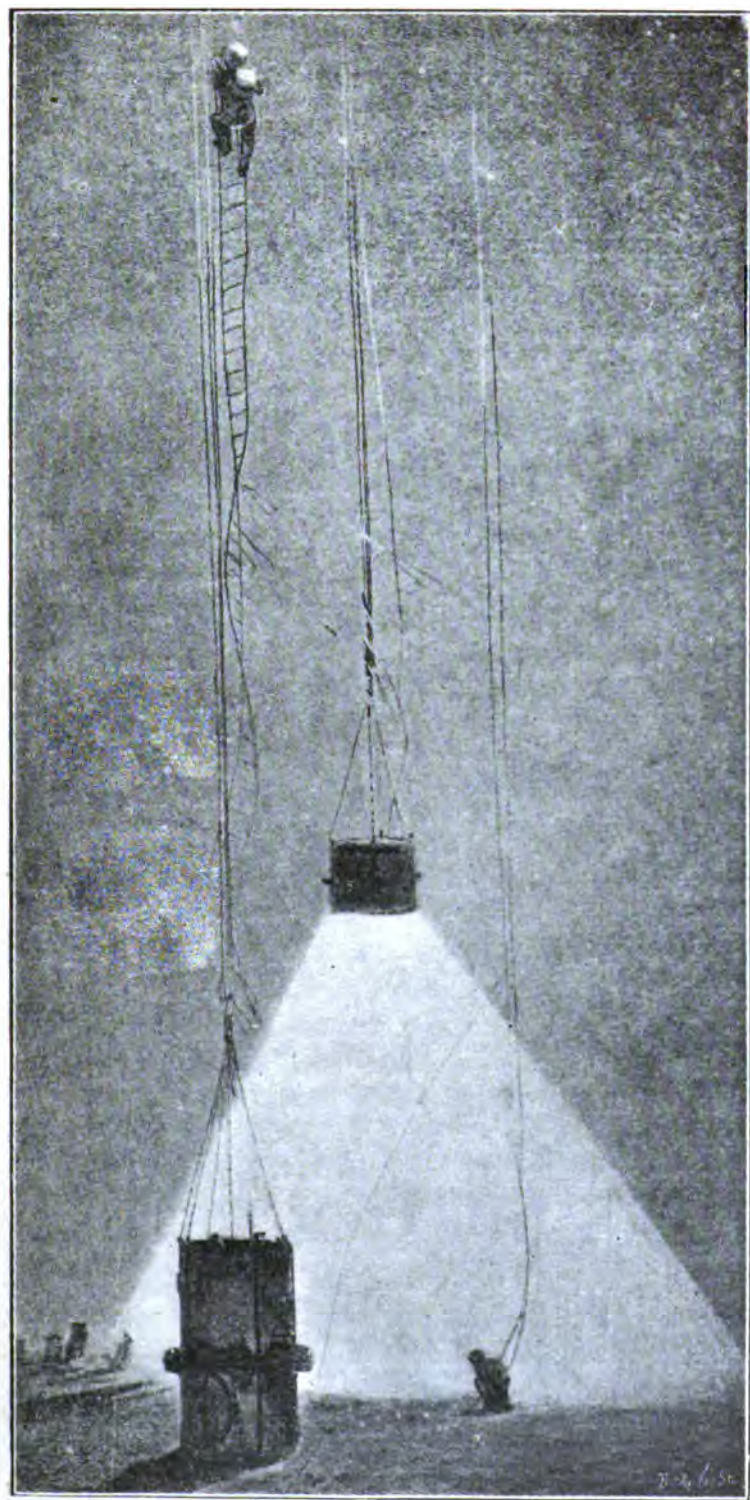


Fig. 78. — M. Bazin dans son observatoire et à l'aide de sa lanterne sous-marine procède à la reconnaissance d'une épave.

M. Bazin fut chargé par la Société concessionnaire d'un travail d'exploration, de reconnaissance. Il partit de Nantes à bord de sa goëlette *Julien-Gabrielle*, le 22 décembre 1869, et arriva à Vigo, le 9 janvier 1870.

Dans cette première campagne, M. Bazin, à l'aide de ses appareils, put se rendre compte du nombre de galions coulés dans la baie, de leurs positions, la profondeur et le degré d'envasement; il retira même de l'un de ces bateaux coulés depuis 168 années et couvert de vase, des bois d'acajou, de teinture, des traces d'indigo, de cochenille, enfin des indices indiquant des galions et non des navires de guerre.

De l'une de ces épaves, *l'Almirante*, M. Bazin avait, à cette époque, extrait cinq lingots d'argent très pur et d'un poids de 30 à 35 kilogrammes chacun. Ces lingots ont été bien réellement reconnus comme *tortas* de provenance mexicaine, ayant dû séjourner un laps de temps considérable sous les eaux.

En 1872, M. Bazin partit de nouveau pour la baie de Vigo, avec le matériel nécessaire, un personnel d'élite et quinze intrépides plongeurs qu'il emmenait à bord du navire qui devait servir à l'expédition et qui fut nommé *le Vigo*. Les plongeurs, visitèrent et vidèrent successivement toutes les épaves, auxquelles les habitants de la baie avaient donnés les noms suivants : *le San-Pedro*, *le Teillero*, *le Madera*, *la Barra*, *la Ligera*, *le Château-Renaud*, *Santa-Cruz*, *le Tambor*, *Espicho*, *Almirante*.

Elles étaient coulées par des fonds de 20 à 22 mètres, et étaient recouvertes de 4 à 5 mètres de vase et de sable. Nous n'entrerons pas dans tous les détails des opérations de ces sauvetages, qui durèrent près de huit mois, pendant lesquels les sauveteurs dégagèrent les épaves, au moyen des extracteurs et du désagrégateur hydraulique de Bazin, des torpilles et de puissants appareils de levage, auxquels les plongeurs attachaient les divers objets qu'ils trouvaient au fond de la mer.

Employant la poudre pour briser des blocs énormes formés de coquillages, de galets qui s'étaient solidifiés avec les mar-



Fig. 79. — M. Bazin, visite une épave en cours de sauvetage.

chandises au fond des cales, des blocs de 10 tonnes furent sortis de l'eau et mis à terre.

Les sauveteurs eussent tout aussi bien sortis les lingots, s'ils s'y fussent trouvés.

Ils retirèrent ainsi des bois d'acajou, de campêche, de gaïac, de la poudre avariée, des boulets, *six canons*, des ancres, des poulies, des barriques, du tabac, du lest, des membrures et des pièces de charpente des galions.

Le cube total du déblaiement s'est élevé, d'après le rapport de M. Bazin, à 1.471 mètres cubes.

Soit que Lafuente, historien espagnol, ait été trompé, ou qu'il ait écrit cette partie de l'histoire sur Vigo d'après une légende plus ou moins exacte, ou bien encore qu'il ait dit vrai, mais que les lingots aient été retirés du fond de l'eau par des hommes habitués à plonger par des fonds de 20 mètres, comme les pêcheurs d'éponges, de corail, qui descendent au fond de la mer au moyen de l'appareil le plus rudimentaire qu'il soit possible d'imaginer, composé simplement d'une corde et d'une pierre; les galions ne contenaient plus que des objets de nulle valeur, détériorés par un séjour de 170 années au fond de la mer.

Cependant M. Bazin rapporta précieusement et soigneusement tous ces objets en France; ils formaient une belle collection, peut-être unique. Nous nous souvenons l'avoir examinée avec intérêt, à l'Exposition de 1875, au palais de l'Industrie, à Paris.

Nous concluons que les tentatives de sauvetages sous-marins, lorsqu'elles sont possibles, doivent être faites, dès le lendemain du sinistre, d'après des renseignements précis et avant que la mer n'ait enlisé l'épave et achevé son œuvre de destruction, avant surtout que les pirates et les écumeurs n'aient prélevé leur part de l'épave.

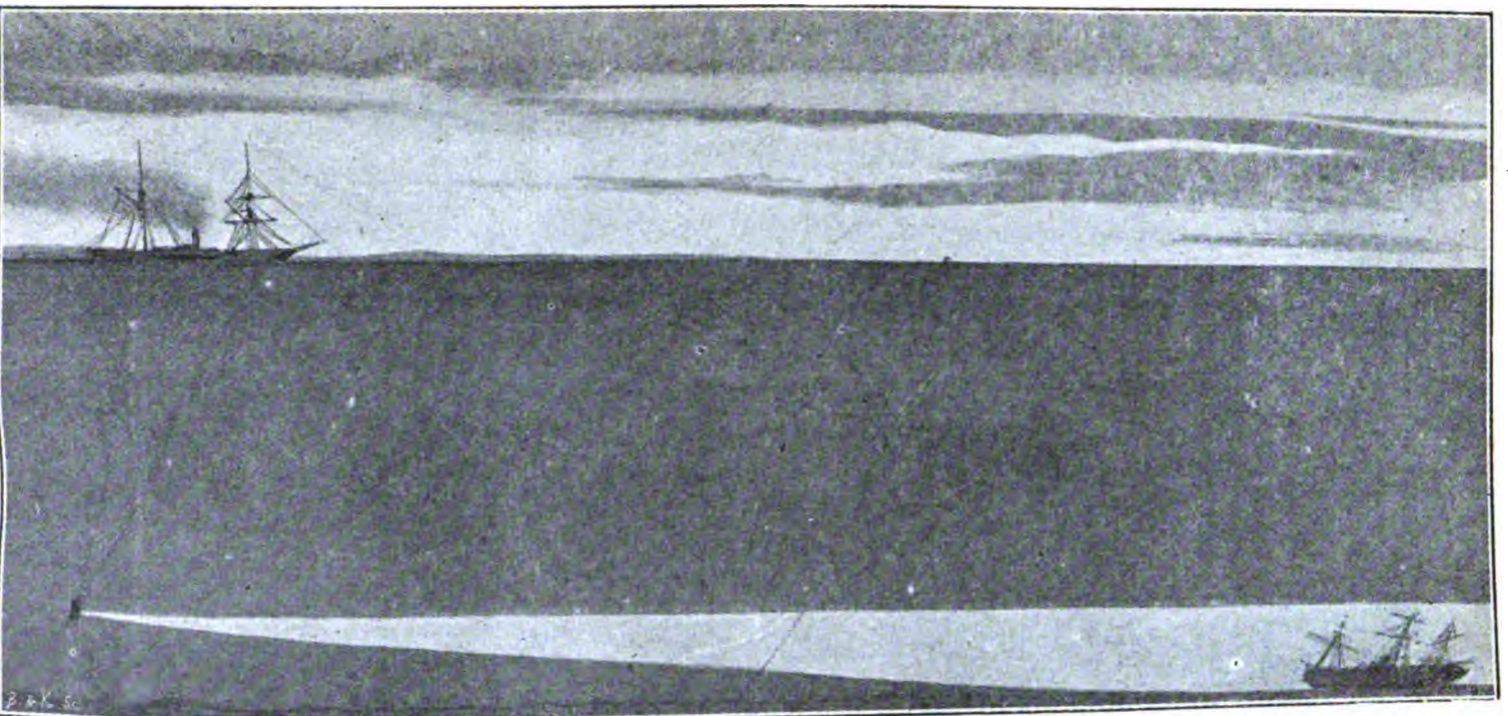


Fig. 80. — M. Bazin dans son observatoire à la recherche d'une épave.

Observatoire sous-marin de Bazin

Cet observatoire est formé d'un cylindre rivé en tôle, suspendu verticalement par quatre fortes chaînes. La partie supé-

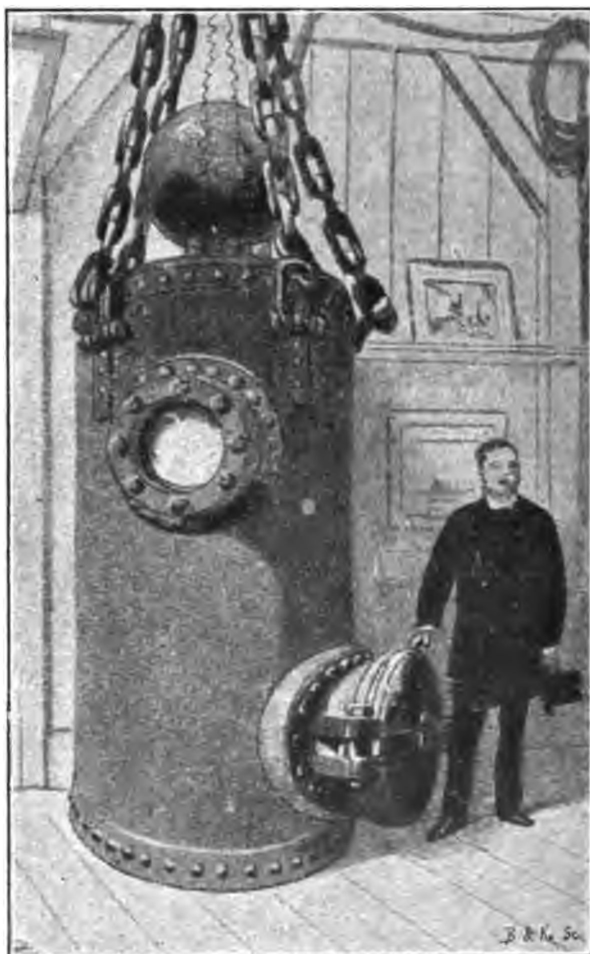


Fig. 81. — Observatoire de M. Bazin à l'Exposition de 1866.

rieure est bombée comme un fond de chaudière et surmontée

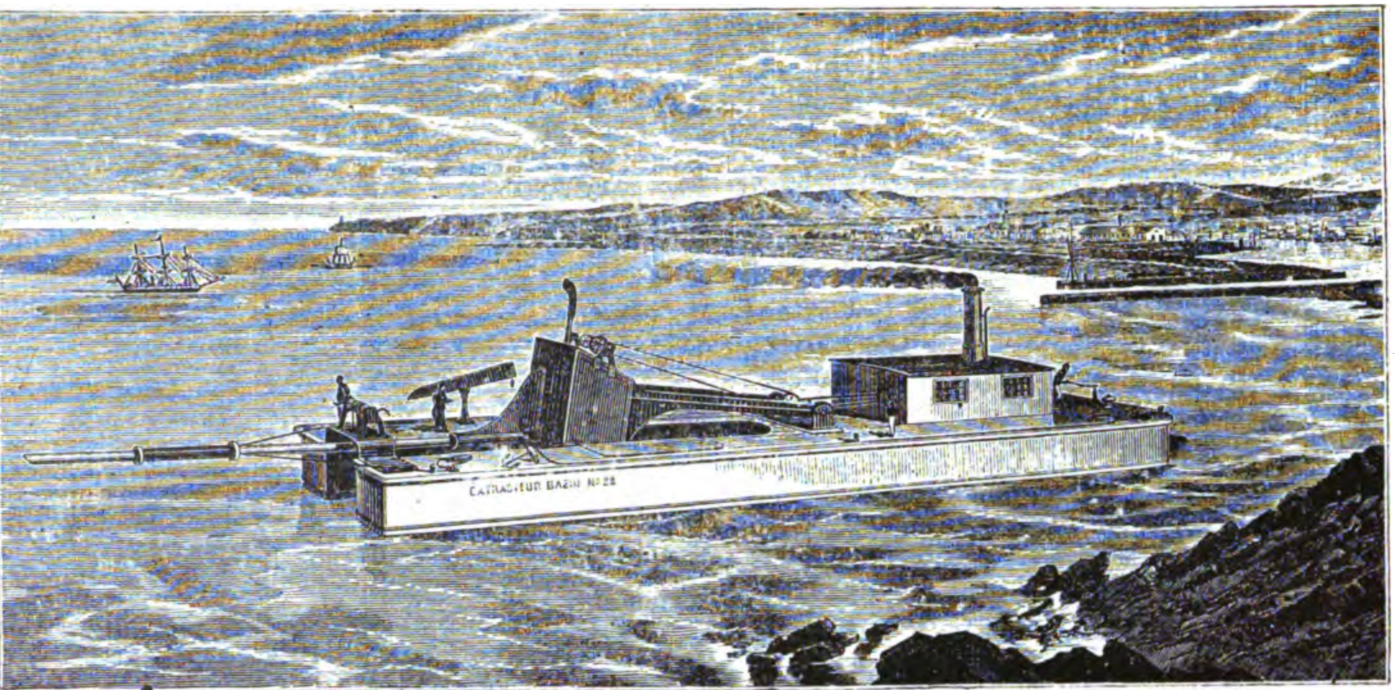


Fig. 82. — Extrateur Bazin.

d'un réservoir sphérique en bronze contenant la quantité d'air comprimé nécessaire.

Des regards garnis de glaces sont ouverts dans la paroi ; à la partie inférieure, un trou d'homme, fermé d'une porte à charnière, garnie d'un joint en caoutchouc, permet d'entrer et sortir de l'observatoire, dont le fond inférieur est fait d'une glace très épaisse par laquelle on observe le fond de la mer éclairé de l'intérieur de l'observatoire par une puissante lampe électrique.

Extracteur de Bazin

Le système extracteur des vases et sables de M. Bazin repose sur un principe très simple : il utilise la pression exercée de bas en haut, sur la carène d'un navire, par le liquide dans lequel il est plongé pour élever les déblais du fond jusqu'à la cale de ce navire.

M. Bazin pratique une ouverture dans sa fonçure et y adapte un tuyau, dont l'extrémité inférieure est mise en contact avec les vases ou les sables à extraire.

La différence de niveau existant entre la flottaison et la fonçure, ou entre les deux colonnes d'eau qui agissent sur l'orifice inférieur du tuyau, constitue une charge gratuite qui force les couches liquides les plus basses à s'élever dans ce tuyau, en entraînant par frottement, dans leur mouvement ascensionnel, les déblais suffisamment fluides ou désagrégés.

Ces déblais liquides, au fur et à mesure qu'ils arrivent au plan de la cale, sont reçus et refoulés au dehors par une pompe centrifuge.

La charge reste ainsi constante, et le travail d'ascension des déblais du fond jusqu'à l'appareil rotatif est entièrement gratuit.

M. Bazin a appliqué avec succès cet ingénieux système au dévasement des galions de la rade de Vigo, sous une profondeur d'eau qui a atteint 22 mètres.

André Constantin (1870)[1]

Le journal du Havre (1874) donne la description d'un projet de bateau sous-marin inventé par M. André Constantin, ancien lieutenant de vaisseau.

C'est pendant le siège de Paris qu'il fut étudié par l'inventeur.

L'idée caractéristique de l'invention était d'obtenir la stabilité longitudinale par réduction de volume. Nous profiterons de cette circonstance pour rappeler que c'est l'inventeur qui,

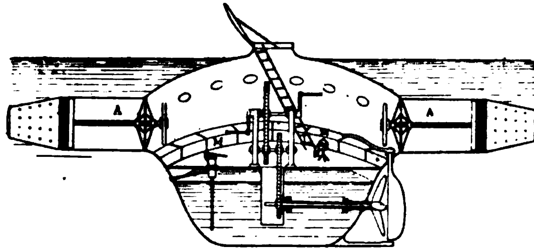


Fig. 83 (André Constantin, 1874).
Longueur, 6 mètres (11 mètres avec les pistons); diamètre, 5 mètres; propulsion au moyen d'une hélice actionnée à bras par un treuil à deux manivelles; immersion par diminution de volume obtenue par des pistons hydrostatiques.

le premier, eut l'idée d'appliquer à la navigation sous-marine ce mode de stabilité.

« L'avant et l'arrière de ce bateau sont terminés par deux cylindres ; chacun d'eux est muni d'un piston AA, qui peut parcourir, au moyen d'un arbre mû par des vis suffisamment puissantes, les longueurs de leur course. Les surfaces extérieures de ces pistons sont seules en contact avec le liquide déplacé et n'en permettent pas l'accès à l'intérieur. Il est facile de voir que le volume d'eau qui enveloppe l'appareil, et par suite son poids, varient suivant les dispositions des pistons dans les cylindres, tandis que le poids du bateau reste constant.

« Le navire, par l'emploi convenable de lest, pourra monter ou

[1] *Journal du Havre* (Année 1874).

descendre à volonté et s'arrêter à la profondeur jugée convenable. L'enveloppe est garnie de verres à faces planes et parallèles qui donnent accès à la lumière et laissent voir au-dessus sur les côtés, à l'avant et à l'arrière, les obstacles qui peuvent être rencontrés. Des ouvertures pratiquées dans la membrure et garnies de manches en caoutchouc terminées en forme de gants et munies extérieurement d'instruments tranchants, donnent la facilité de toucher les objets extérieurs et de les détruire, au besoin. La direction est possible dans tous les sens, au moyen de deux gouvernails, l'un horizontal et l'autre vertical. Un compas de route ordinaire est disposé pour cela. Le gouvernail vertical permet d'obtenir les évolutions horizontales; celui qui est horizontal peut redresser le navire au cas où il s'inclinerait verticalement, longitudinalement d'avant en arrière, et inversement. Comme les efforts de ce dernier sont limités; en cas d'impuissance, il suffira de manœuvrer un des pistons, soit en avant, soit en arrière, pour produire l'évolution par une variation de volume, soit en avant, soit en arrière du centre de gravité.

« La locomotion sera déterminée par une hélice mise en mouvement par une machine à air comprimé, ou par des rouages mus à bras. Quant à l'aménagement intérieur, on peut s'en faire une idée aisément; il y a : caisses à air comprimé pour alimenter le personnel, pompe à air aspirante au dedans et refoulante au dehors, pour se débarrasser de l'air vicié; pompe à eau aspirante au dedans et refoulante au dehors pour chasser l'eau qui pourrait provenir d'infiltrations, etc., etc. Chacun des pistons est soustrait à la pression occasionnée par la vitesse en avant ou en arrière, par deux surfaces planes, verticales, obliques l'une par rapport à l'autre et faisant suite aux cylindres. Ces surfaces sont percées de trous nombreux, ce qui ne modifie en rien le principe de cet appareil sous-marin.

« La seule objection sérieuse qu'on pouvait faire a été résolue d'avance par l'inventeur. Cette objection consiste à dire que les parois intérieures des cylindres étant en contact constant avec l'eau de mer, dont on connaît les effets destructeurs, la

manœuvre des pistons pouvait devenir difficile, voire même compromettante. M. André a eu l'idée de revêtir intérieurement les deux cylindres de deux appareils à repliement, semblables au soufflet d'un accordéon en cuir ou en caoutchouc. Leur forme est cylindrique; l'une des extrémités, celle capelée aux parties extérieures des cylindres, est ouverte, tandis que l'autre est terminée par un fond circulaire de même diamètre que le piston sur lequel il repose. Le piston et l'intérieur des cylindres sont, par conséquent, à l'abri des effets nuisibles du liquide, et la manœuvre ne peut être contrariée par des causes extérieures.

« Le problème de la stabilité d'avant en arrière est résolu par le seul fait de la position des deux cylindres. Quant à la stabilité latérale, elle n'est jamais influencée par la vitesse du corps plongé. Pour la stabilité d'un corps plongé dans l'eau, il faut et il suffit que la distance entre le centre de poussée P et le centre de gravité G soit la plus grande possible. Les parties supérieures doivent donc être très évasées, et les parties inférieures très étroites. Pour permettre le halage du navire sur une cale, la surface inférieure a été rendue plane.

« Jusqu'à présent les constructeurs de bâtiments sous-marins faisaient varier le poids du corps plongé, principe contraire à celui appliqué par M. André; c'est pourquoi ces bâtiments n'ont rien donné de satisfaisant; tandis que le nouveau navire sous-marin pourrait bien produire les meilleurs résultats, d'après l'opinion d'un grand nombre de praticiens et d'officiers. »

Intelligent Whale, d'Halstead (1872)

Le bateau sous-marin, que son inventeur a appelé du nom de *Intelligent Whale*, ou *Baleine intelligente*, est formé d'une coque en métal de 9 mètres de long sur 2m,65 de diamètre, propulsée par une hélice actionnée par deux manivelles.

A l'intérieur se trouvent deux réservoirs d'air comprimé, qui servent au service du bord et à fournir l'air nécessaire au

scaphandrier lorsqu'il sort du bateau pour faire des manœuvres à l'extérieur.

Avant la sortie du scaphandrier, l'on immobilise le sous-marin en descendant deux poids attachés à deux chaînes; lorsque les poids touchent le sol sous-marin, l'on règle l'immersion pour que la force ascensionnelle soit inférieure à la somme des deux poids, et le sous-marin reste immobile comme s'il était à l'ancre.

Ce bateau fut offert à la France, qui le refusa. Il fut acheté ensuite par le Gouvernement de l'Union, en 1866.

Pendant les essais de recette devant la Commission technique le trou d'homme ayant été mal fermé, l'eau envahit l'inté-

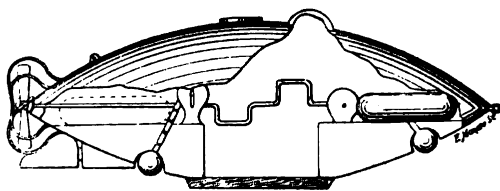


Fig. 84 (Halstead, 1872).
Baleine intelligente : Longueur, 9 mètres ; diamètre, $2^m,65$; propulsion par hélice actionnée par deux manivelles; immersion par introduction d'eau.

rieur; l'inventeur et son compagnon auraient été noyés tous les deux, sans la précaution qu'ils avaient prise de suspendre la coque à des palans. Il fut possible de les remonter à temps, mais la Commission ayant refusé de descendre sous l'eau, le bateau fut refusé et bientôt oublié.

Le Porter (1873)

Ce bateau a été construit à Brooklyn (Etats-Unis). Il se comportait de la même façon que le *Spuyten Duyvil*, c'est-à-dire qu'au moment du combat il ne s'immergeait que jusqu'à la hauteur de la cheminée; ses mâts rabattus, il ne restait de visible sur le pont que la partie supérieure de la cheminée, l'énorme canon dont il était armé, et la tourelle du pilote.

Il était construit tout en fer, suivant le système anglais, par une double coque entre lesquelles s'établissaient trois plaques longitudinales reliées entre elles par des tasseaux et des barres longitudinales, formant ainsi un certain nombre de cloisons étanches destinées à recevoir l'eau de submersion. La partie supérieure était recouverte par un pont en fer et sur le côté d'un bordage dont l'épaisseur était de 3/8 de pouce.

Les dimensions principales étaient de 53 mètres de long sur 8m,500 de large et 4 de hauteur.

Comme moteur, il était actionné au moyen d'une roue ou barre Fowler.

Son armement se composait d'une torpille maintenue sur une perche et disposée à l'extrémité de l'éperon du bateau.

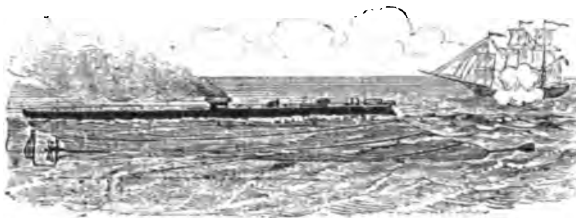


Fig. 83. — Le *Porter* (1873).

Un couloir incliné de bas en haut était ménagé dans l'éperon pour permettre de placer convenablement la torpille.

Dans une attaque contre un navire ennemi, le *Porter* manœuvrait de façon à lui placer sa torpille sous sa carène pour qu'elle pût faire explosion et pour qu'en cas d'accident cette dernière n'étendît pas ses ravages au-delà de l'éperon. Aussitôt l'explosion, le *Porter* devait se reculer de quelques encâblures pour porter à son ennemi un formidable coup de son éperon, pendant que le canon lui envoyait un boulet à bout portant, achevant ainsi l'œuvre de destruction.

Dans le cas d'un combat bord à bord, deux ouvertures placées sur les côtés servaient à manœuvrer des torpilles.

Ce système de bateau clôture la série des engins de ce système de combat, inauguré par les Américains.

Garette (1876)

M. Garette de Liverpool aurait construit deux bateaux sous-marins. Le premier fut trouvé trop petit, et un plus grand, le *Resurgam*, fut étudié en 1876 et construit par MM. Cochran, de Liverpool. Il avait environ 13^{m},50 de long ; ses extrémités étaient coniques ; il était muni de gouvernails centraux et de pistons à déplacement.

Un certain nombre d'expériences intéressantes furent faites avec ce bateau qui se perdit enfin sur les côtes du pays de Galles. Ces bateaux formèrent probablement la base du premier bateau de Nordenfelt.

L'immersion se faisait par réduction du volume dans un cylindre placé à la partie supérieure de la coque, en déplaçant un piston d'hydrostatique qui augmentait ou réduisait le volume de la coque.

Bateau hémi-plongeur de M. Dona Tommasi (1876)

Ce navire se compose de deux pièces principales, d'une partie supérieure qui est hors de l'eau, et d'une partie inférieure entièrement plongée dans l'eau.

Ces deux parties sont réunies entre elles par deux colonnes de fer. La partie qui est hors de l'eau n'est autre chose que le dessus d'un navire ordinaire, c'est-à-dire la partie ordinairement occupée par les passagers, moins la machine à vapeur et les cales à marchandises.

La partie qui est dans l'eau est appelée plongeur et a la forme d'un cylindre, terminé d'un côté par un cône et de l'autre par une surface hémi-sphérique.

La partie qui est en dehors de l'eau et le bateau proprement dit ne diffèrent en rien des ponts des navires ordinaires.

Le plongeur se divise en trois compartiments : celui du milieu renferme la machine motrice et les deux autres les

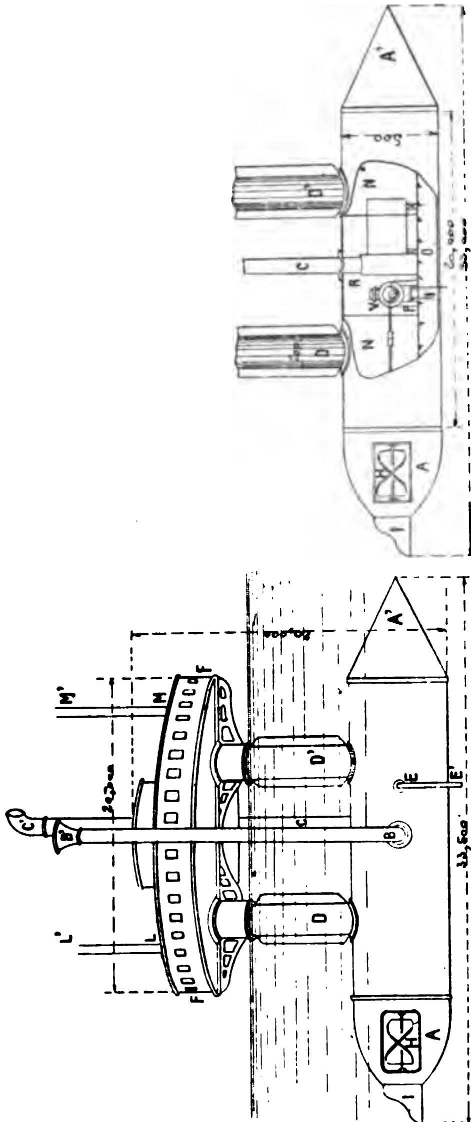


FIG. 86 et 87 (Dona Tommasi, 1876).

Coupe. — AA', cylindre plongeur; OO', compartiment destiné à augmenter ou à diminuer le poids du navire selon qu'il est plus ou moins rempli d'eau; H, hélice; I, gouvernail; R, pièce destinée à loger la machine motrice; V, volant; P, pompe pour aspirer l'eau du récipient DD' et la refouler dans la mer, et réciproquement; EE', tube destiné à introduire l'eau de la mer dans le corps de pompe; DD', colonnes cylindriques réunissant le plongeur au bateau; CC', tubes destinés à la ventilation de la pièce où se trouve le mécanicien.

Élévation. — FF, bateau; MM', LL', mâts du bateau; CC', tubes destinés à la ventilation de la pièce où se trouve le mécanicien; BB', tubes pour le dégagement de la fumée provenant de la machine à vapeur.

marchandises. La partie inférieure de ce plongeur renferme

un réservoir destiné à contenir de l'air ou de l'eau. Une pompe aspirante et foulante, mue par la machine motrice du plongeur, permet de le remplir d'eau à volonté. Lorsqu'on veut s'enfoncer dans la mer, on fait pénétrer de l'eau dans ce réservoir.

On le vide quand on veut remonter à la surface. Une hélice placée à l'arrière du plongeur est mise en mouvement par une machine motrice quelconque et détermine le mouvement de ce navire. Deux tubes, l'un destiné à l'échappement de la fumée de la machine à vapeur, l'autre à aérer la pièce où se trouvent les mécaniciens. Ces deux tubes partent : l'un, du côté droit, l'autre du côté gauche du plongeur, traversent la mer et viennent aboutir à quelques mètres au-dessus du bateau. On pourrait au besoin supprimer le tube à aérer et se servir des colonnes qui relient le bateau au plongeur pour ventiler la pièce où se trouve la machine motrice.

Les deux colonnes qui réunissent le plongeur au bateau sont creuses et servent aussi à l'introduction des marchandises dans le plongeur. Les parties supérieures de ces colonnes sont arrondies et entrent à frottement doux dans deux cylindres creux, fermés à la partie supérieure et qui traversent le bateau de part et d'autre. En d'autres termes, le bateau est muni, sur sa ligne médiane et à une égale distance de son centre de gravité, de deux énormes godets dont la partie fermée se trouve en haut et la partie ouverte en bas, et qui viennent s'appuyer sur ces deux colonnes.

Garett et Mortensen (1879)

Le projet de bateau sous-marin que M. George Willam Garret a établi ne mesure que 4^m,50 de longueur sur 1^m,60 de diamètre ; il affecte la forme d'un cigare. Il est mû par l'électricité, à la main, ou bien encore par un moteur à gaz.

Les réservoirs O, nécessaires pour immerger le bateau com-

muniquent par des tuyaux N, N avec une pompe J au moyen d'un robinet à quatre voies.

Pour contrôler la profondeur d'immersion, un cylindre S en relation avec la mer contient un piston dont la tige est reliée à un levier T. En faisant tourner le levier, l'eau est admise ou expulsée du cylindre.

En résumé, la stabilité du bateau aux diverses profondeurs, lorsque les réservoirs sont pleins d'eau, se fait par variation de volume.

Une tourelle est disposée à la partie supérieure du bateau, et

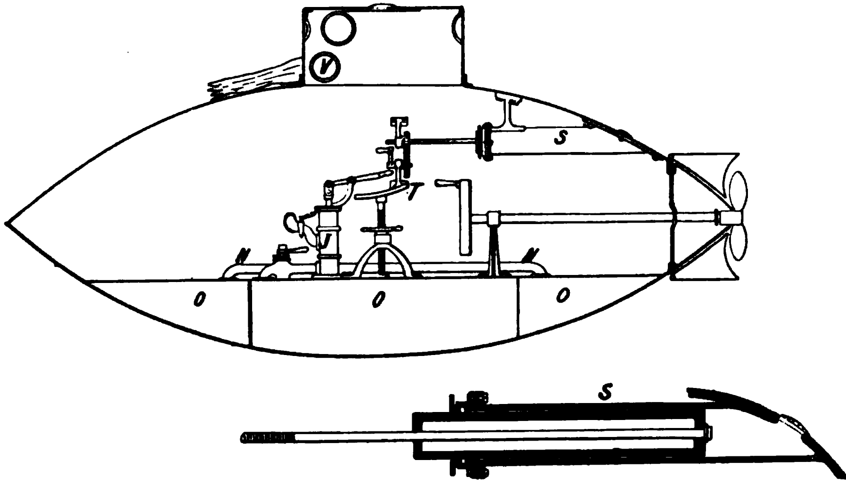


Fig. 88 et 89 (Garrett, 1875).
Longueur, $4^{m},20$; diamètre, $1^{m},50$; propulsion par hélice et moteur à gaz ; immersion par diminution du volume.

une certaine quantité de hublots assure l'éclairage intérieur ainsi que les observations à la surface.

Des ouvertures V sont disposées avec des manches étanches, pour permettre à un homme de pouvoir manipuler les torpilles destinées à être fixées sous les œuvres vives d'un navire.

M. Mortensen, ingénieur américain, présenta un sous-marin propulsé par deux hélices et actionné par une machine à air comprimé. L'immersion se faisait par l'introduction d'un lest

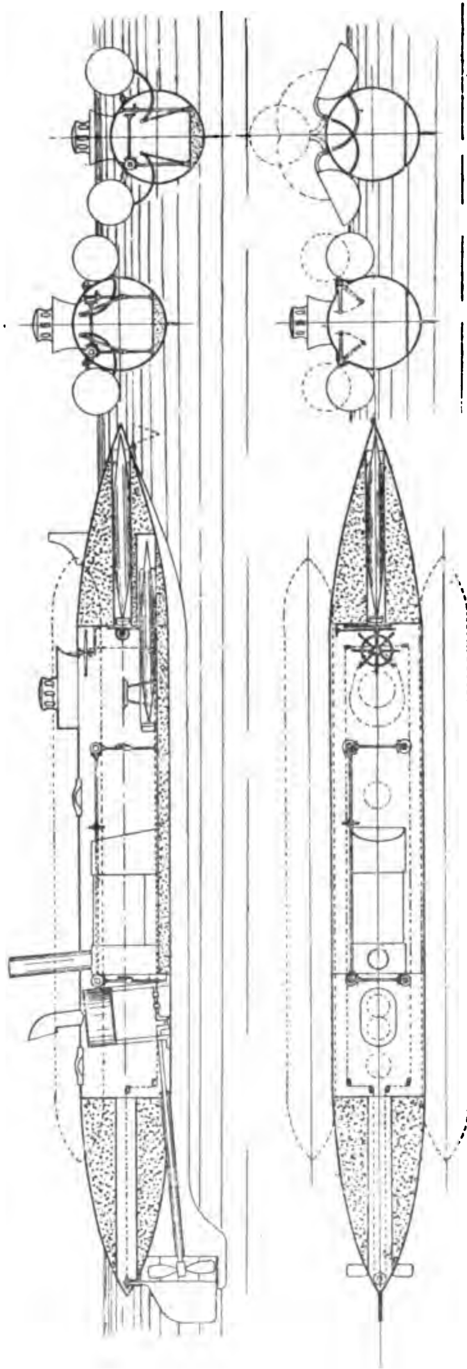


Fig. 90 à 93 (Berkley et Hotchkiss, 1880).

d'eau dans des réservoirs. L'armement consistait en un tube lance-torpilles.

Berkley et Hotchkiss (1880)

Le dispositif présenté par M. Benjamin Berkley et Hotchkiss, de Paris, est très intéressant. Il ne fait pas un bateau sous-marin à proprement parler, mais un bateau submersible à 3 pieds sous l'eau au moyen de flotteurs en liège, disposés de telle façon que les projectiles ne puissent pas les endommager sérieusement et compromettre ainsi la sécurité du bateau.

La cheminée de la chaudière à vapeur, la prise d'air et la tourelle

du pilote restent seules visibles et vulnérables ; mais les dispositions sont prises pour que des avaries à ces appareils n'aient pas de conséquences graves.

Les flotteurs s'abaissent ou s'élèvent le long du bateau, et on conçoit qu'on peut les disposer de plusieurs façons ainsi qu'on le voit d'après les coupes transversales du dessin.

Sous-marin de Genoud (1881)

Le 28 juillet 1881, M. Genoud a déposé un projet de bateau sous-marin ; la force motrice était fournie par un moteur à gaz de n'importe quel système alimenté par de l'hydrogène qui est produit au moyen de ferraille et d'acide sulfurique. La vitesse devait être de 4 à 5 nœuds en immersion.

Après une immersion de deux heures, il fallait remonter pour renouveler la provision d'air.

En somme, cet appareil ne pouvait atteindre une grande vitesse; mais, d'après l'inventeur, on doit considérer que, dans la navigation sous-marine, on aura rarement besoin d'une vitesse considérable, qui du reste, près des côtes, ne serait pas toujours sans danger, dans un milieu comme l'eau, quelle que soit sa transparence, la vue ne pourra jamais s'étendre très loin.

Lagane (1881)

En 1881, M. Lagane, ingénieur, imagine son torpilleur submersible de 28 mètres de longueur sur 3 mètres de largeur et 4 mètres de hauteur.

Le principe sur lequel repose le système de ce torpilleur est celui-ci : Plonger entièrement au-dessous de l'eau la coque du bateau, de telle sorte que son pont supérieur soit à une profondeur suffisante pour être entièrement à l'abri des projectiles.

Maintenir cette immersion constante et assurer par cela même la certitude de route, la flottabilité et la navigabilité du bateau à l'aide d'un flotteur B imperméable à l'eau et invariablement relié au pont supérieur de la coque.

Ce flotteur est construit en bois massif et maintient constante

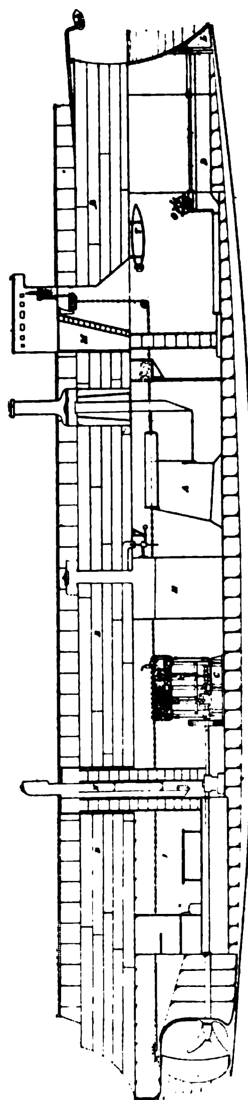


FIG. 94.

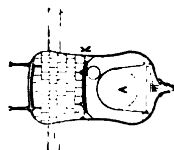


FIG. 97.

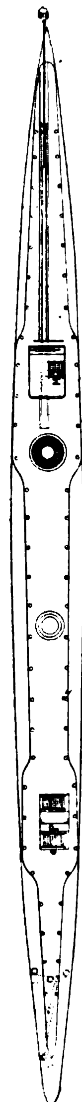


FIG. 95.



FIG. 96.

Submersible. — Longueur, 28 mètres; largeur, 3 mètres; hauteur, 4 mètres; propulsion par moteur à vapeur; construit en acier; tube lance-torpilles et torpille portée.
A, chaudière à vapeur; B, flotteur; D, tube lance-torpilles; I, poste arrière; M, kiosque du commandant; N, échelle de descente; T, torpille.

l'immersion de la coque, et la partie qui déborde au-dessus de l'eau assure la flottabilité et la navigabilité du système.

Les communications du pont supérieur avec la coque proprement dite se font dans deux puits N et M, construits en tôle épaisse à l'abri des projectiles des mitrailleuses.

Le pont M est surmonté d'une tourelle dans laquelle se trouve le poste du commandant et de l'homme de barre.

Celui de l'arrière donne accès, d'une part, dans la chambre des machines et de l'autre dans la chambre de la barre.

Ces deux ouvertures ainsi que celles destinées au passage des cheminées, sont munies de dispositions spéciales pour s'opposer à la rentrée de l'eau.

Ce submersible est armé d'un tube lance-torpilles et d'un esparre porte-torpilles.

Trajan (1882)

La description provisoire faite par M. Trajan Todorasco, de Galatz, est devenue sans valeur ; il indique, par exemple, l'emploi d'un piston actionné sur une face par une certaine quantité de mercure pour contre-balancer la pression de l'eau environnante à laquelle il est soumis sur l'autre face.

Ce piston entraîne une tige qui ouvre ou ferme une valve par laquelle une certaine quantité d'air comprimé chasse l'eau des réservoirs ou l'y fait rentrer.

Malgré l'absence de dessin, on conçoit que, si on laisse un poids déterminé de mercure sur le piston, celui-ci variera de position suivant la variation de la pression et qu'on peut combiner une valve qui déterminera l'air comprimé d'un réservoir *ad hoc* à prendre telle voie qui amènera la plongée ou la montée du bateau.

Il en serait de même d'un ressort dont on augmenterait ou diminuerait la tension.

Davies. — Bateau-torpilleur *Démon* (1883)

Ce bateau-torpilleur, de 15 mètres de longueur sur 2 mètres de diamètre, est formé d'un cylindre terminé à ses extrémités

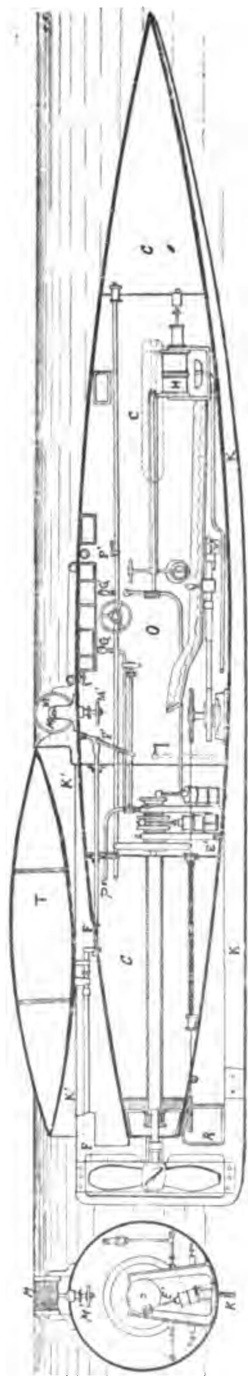


Fig. 98 et 99 (Davies, 1883).

Démon. — Longueur, 15m,50 ; diamètre, 2m,25 ; propulsion par un moteur à air comprimé ; immersion par gouvernail horizontal ; armé d'une torpille.

par des cônes. La partie inférieure est munie d'une quille KK, et la partie supérieure d'une broche ou quille renversée K'K', disposée vers le gouvernail pour recevoir et porter les torpilles T.

Une hélice à quatre branches un gouvernail R formé de branches mobiles F, F, est placé de chaque côté du bateau pour régler le niveau ou l'inclinaison, suivant les différentes profondeurs et vitesses ; les broches, l'hélice et le gouvernail sont protégés par des plaques et bâtis formant garde.

L'intérieur est divisé en compartiments, celui d'A' et celui d'R C sont des réservoirs d'air comprimé ; celui E est réservé pour les moteurs à air, et celui du centre O forme la chambre de l'homme de service.

Deux petites pompes à air H, reliées avec une pédale, sont disposées de manière que l'homme de service puisse les faire fonctionner facilement avec le pied.

E', moteur à air comprimé.

Des pompes à air séparées, montées à bord des niveaux et reliées aux récipients, maintiennent les réservoirs constamment pleins. Les indicateurs de pression G et G' indiquent la pression d'air dans les comparti-

ments A′ et R. Des robinets P, P′, convenablement disposés sur les tuyaux à air, servent à introduire l'air nécessaire dans la chambre du centre, la pression y étant indiquée par l'indicateur à air G^2 et réglée suivant la profondeur à laquelle se trouve le bateau par l'indicateur d'eau G^3, qui communique avec les soupapes extérieures W, V, lesquelles ont pour but d'expulser l'air vicié quand le bateau est sous l'eau, ou d'amener l'air lorsque ledit bateau flotte à la surface.

Les robinets et tuyaux P^2 servent à alimenter les machines à air comprimé au moyen des pompes H, H. Des poignées R′ et des segments R^2 constituent l'engrenage moteur du gouvernail, lequel est relié avec le gouvernail R.

Le levier et la vis F et F^2 servent à élever ou à abaisser les broches F pour régler leur inclinaison, pour la descente du bateau au-dessus ou au-dessous du niveau de l'eau pendant sa course.

Une poignée à ressort L sert à maintenir ou à serrer la torpille contre les flancs du bateau.

M, bobine de corde ou de fil métallique pour dépêcher et maintenir en bas la torpille.

M′, vis pour régler la bobine à volonté et couper la ligne de corde.

Le fil métallique isolé de la bobine est relié avec l'intérieur de la torpille, et il est mis en communication avec une pile électrique, et l'homme de service peut provoquer l'explosion.

Bouée de sauvetage (1883)

La bouée de sauvetage de MM. Gustave Jacob, Kirchenpauer et Ludwig-Hermann Philippi, de Hambourg, est un appareil ayant la forme d'un canot ponté mû par un moteur électrique. La force motrice est prise sur un câble conducteur. La direction s'obtient de même par deux solénoïdes dans lesquels on fait passer un courant électrique.

Cette bouée est destinée à porter un câble à la place du canon porte-amarre.

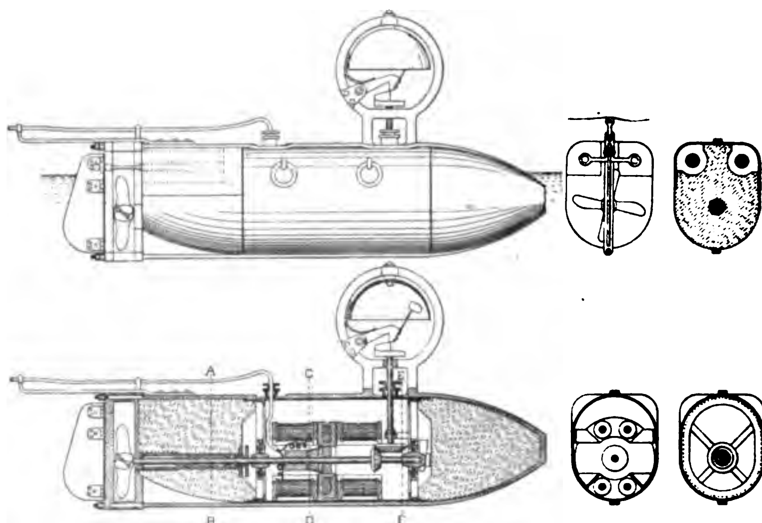


FIG. 100 à 105. — Bouée de sauvetage (année 1883).

Aucun détail d'exécution sur ce système n'est donné par les inventeurs.

Le Neptune, explorateur sous-marin de MM. Toselli (1884)[1]

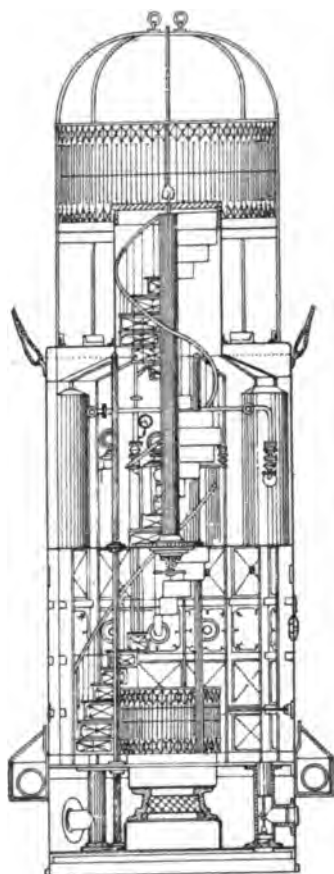
L'appareil imaginé par M. Toselli a été construit dans un but purement scientifique.

Indépendamment de son application pour l'exploration au fond des mers, il était destiné à être utilisé pour la construction des phares ou des travaux maritimes.

Le Neptune se composait d'un long cylindre de 10 mètres de longueur sur 3 mètres de diamètre; il était divisé en trois parties principales séparées par des disques reposant sur des cornières. Ces disques étaient reliés entre eux par des montants et des colonnes. Il était attaché au navire qui l'accompagnait par des câbles qui s'accrochaient à deux poignées fixées sur le cylindre.

[1] Journal « *La Nature* ».

On pénétrait dans l'intérieur de l'explorateur au moyen d'un escalier enfermé dans un petit cylindre, lequel était lui-même surmonté d'un balcon.



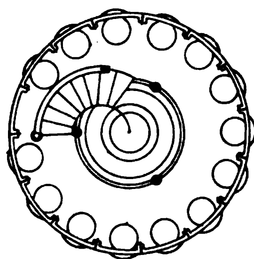


Fig. 106 et 107. — Coupe et vue en plan du *Neptune* (1884).

Dans la première chambre supérieure se trouvaient les machines pour la manœuvre de l'explorateur sous-marin, tels que réservoirs d'air comprimé à 50 atmosphères pour régénérer l'air vicié par l'équipage et les visiteurs, appareils télégraphiques pour correspondre avec le navire, appareils accessoires, etc. ; six hublots permettaient de diriger l'explorateur sous-marin.

La seconde chambre, placée immédiatement au-dessous, était l'observatoire proprement dit. C'était un véritable salon, confortablement capitonné et éclairé par de nombreuses lampes électriques ; quatorze sièges, placés au-dessous d'une quantité égale de hublots, permettaient de jouir de la vue sous-aquatique.

De plus, une énorme lentille centrale de 60 centimètres de diamètre laissait apercevoir les profondeurs de la mer.

Enfin, dans la troisième chambre, étaient disposées un certain nombre de lampes électriques, munies de puissants réflecteurs pour éclairer la masse

MM. Imbert ont également essayé de l'éprouver extérieurement. Pour cela, l'explorateur a été introduit dans une enveloppe en acier de 10 millimètres d'épaisseur, dont le fond supérieur était rivé sur la cornière du col supportant le balcon. A cause de cette mauvaise disposition, qui leur avait été imposée, MM. Imbert n'ont pu monter l'appareil qu'à 5 kilogrammes ; à cette pression, l'eau sortait avec force des parties rivées du fond supérieur.

Blakesley (1884)

Le but principal de M. Blakesley est d'obtenir un bateau sous-marin qui, en temps de paix, peut être employé comme une cloche à plongeur, pour explorer le fond de la mer dans les ports, lever les plans des côtes, examiner les fondations sous-marines, les navires submergés, les câbles, etc., et en temps de guerre, comme moyen d'attaque et de défense par la mer, comme torpilleur qui offrira un minimum de surface aux canons de l'ennemi et fournira le moyen de rechercher, de lever ou de détruire les mines et les batteries sous-marines.

La coque est fusiforme (*fig.* 108 à 118) ; ses extrémités sont à peu près symétriques ; elles se terminent en pointes ; mais la coupe transversale à la partie inférieure des bateaux ordinaires naviguant à la surface, et la partie supérieure formant pont très bombé (*fig.* 118).

Cett coque est en métal, les épaisseurs calculées pour des immersions de 30 mètres.

La machine actionnant l'hélice reçoit la vapeur d'une chaudière sans foyer, dans laquelle M. Blakesley prétend placer le condenseur, lequel contient une substance ayant une grande affinité chimique avec la vapeur, provenant de l'échappement de la machine. On développerait ainsi une grande quantité de chaleur, qui maintiendrait la chaudière elle-même à une haute température et à une pression constante, jusqu'à ce que cette substance absorbante soit complètement délayée et inerte. On procède ensuite à une nouvelle charge.

BATEAUX, PAR M. BLAKESLEY.

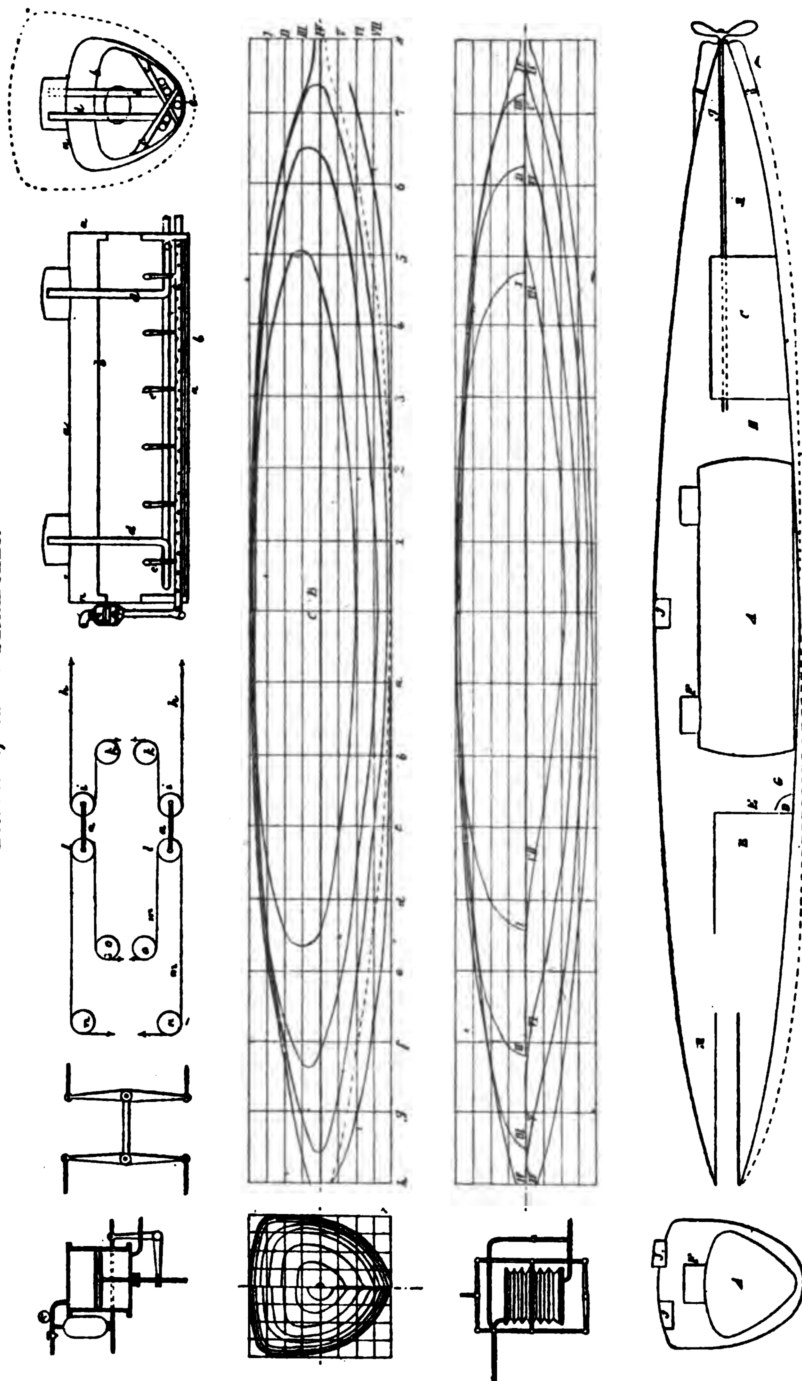


Fig. 108 à 118.

A. chaudière qui renferme le condenseur. — B, chambre du plongeur, deux portes permettant au plongeur d'entrer dans la chambre et de quitter ensuite le bateau. — D, position d'une fenêtre avec une lampe électrique qui éclaire le fond. Quand on veut aider aux chercheurs ou éclairer le plongeur dans son travail. — E, place du pilote. — F, pompes à air. — G, pompes à eau. — H, place des machines à propulsion.

Cette idée de maintenir la température de la chaudière et même de l'élever par le condenseur nous semble paradoxale. En effet, nous ne voyons pas très bien comment la vapeur pourrait se condenser dans un récipient placé dans le sein même du générateur, pour se trouver ensuite, en raison du principe même, à une température plus élevée?

L'air respirable est fourni à l'équipage par des petits réservoirs d'oxygène comprimé, comme dans les scaphandres de Fleuss; l'air peut être régénéré au moyen de la soude ou de la chaux.

La stabilité est réglée par des réservoirs placés à l'AV et à l'AR.

Le réservoir AV est construit avec des portes étanches et imperméables à l'air, s'ouvrant à l'intérieur du bateau. Ce réservoir doit servir pour les plongeurs.

Les figures 116 et 117 montrent les dispositions intérieures.

Des accumulateurs électriques assurent l'éclairage du bord.

Tuck (1884)

Un Américain, le professeur Tuck, de San-Francisco, a construit un bateau électrique sous-marin. La coque de ce bateau est en fer. Elle a 9 mètres de longueur et déplace 20 tonnes. Au milieu du pont est percé un trou d'homme, qui, à l'aide d'une chambre d'air, permet d'entrer dans le bateau ou d'en sortir, même lorsqu'il est complètement immergé. Ce trou d'homme sert aussi de poste d'observation au capitaine; il est protégé par une calotte de verre épais dont il peut, à son choix, exclure l'eau et occuper l'intérieur en ayant la tête et les épaules hors de l'eau, ou, au contraire, enlever, en enfermant la partie supérieure de son corps dans un vêtement de plongeur.

En sortant du bateau, l'opérateur, revêtu de son armure, tire la porte inférieure ou écoutille et pénètre dans le compartiment-écluse; la porte inférieure est alors fermée par ceux qui se trouvent dans le compartiment B et garantie contre les fuites. L'écoutille supérieure est ouverte, et l'opérateur est

ensuite libre de manœuvrer les appareils à l'extérieur du bateau.

Au retour, l'opérateur s'enferme d'abord dans l'écluse en fermant l'écoutille; l'eau est alors envoyée dans l'un des compartiments à lest, en admettant de l'air par un orifice *ad hoc* et en faisant marcher les pompes; une fois l'écluse vidée, l'opérateur peut entrer dans l'intérieur du bateau.

Le capitaine a, à portée de la main, des signaux pour transmettre les ordres aux mécaniciens placés à l'intérieur. Le bateau est muni de trois gouvernails : l'un vertical à l'arrière, les deux autres horizontaux et placés sur les côtés. Ces derniers sont

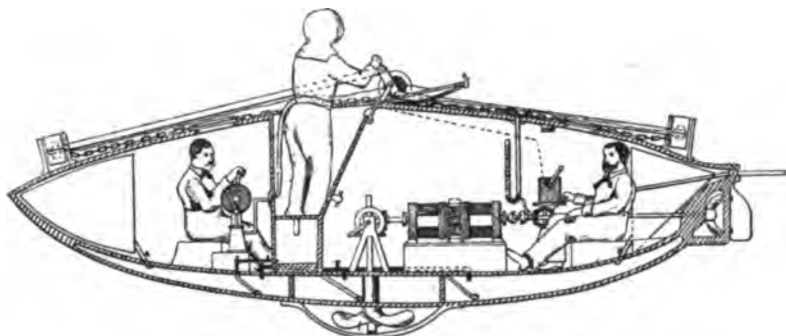


Fig. 119. — Bateau sous-marin de M. Tuck (1884).

disposés pour permettre les mouvements de montée et de descente. On peut aussi changer de niveau à l'aide de réservoirs, dans lesquels on pompe de l'eau pour descendre ou de l'air pour s'élever. Un appareil de réoxygénation, dont on ne fait pas connaître la nature, permet de restituer à l'air l'oxygène absorbé par la respiration. Une disposition simple permet d'ailleurs de puiser de l'air frais à l'aide de deux tubes en caoutchouc dont les extrémités viennent flotter à la surface de l'eau. Le propulseur à hélice est actionné par un moteur alimenté par des accumulateurs.

Un dispositif analogue à celui du *Goubet* permet d'effectuer toutes les manœuvres à la main en cas d'accident dans les mécanismes.

L'intérieur du bateau sous-marin, aménagé pour un équipage de quatre ou cinq hommes, est éclairé par des lampes à incandescence. Un indicateur de pression fait connaître le niveau du bateau au-dessous de la surface de la mer. Le bateau peut recevoir deux torpilles, l'une à l'avant et l'autre à l'arrière ; elles sont maintenues en place dans des gaines en fer, à l'aide d'électro-aimants qui les laissent partir lorsque le courant est interrompu.

Elles sont maintenues à niveau par des flotteurs en liège, et, lorsqu'une d'elles est en place, le bateau-torpilleur se retire à une certaine distance en déroulant deux conducteurs électriques qui permettent d'enflammer la torpille au moment voulu. Dans une expérience récente, faite près des forges de Delamater (New-York), une équipe de trois hommes était à bord du bateau pour l'essai du moteur. L'appareil a navigué sur la rivière en arrière et en avant à une vitesse de 7 nœuds, en obéissant exactement au gouvernail, et à l'hélice d'immersion, placée à la partie inférieure de la coque.

Boucher (1885)

En 1885, M. Boucher, ingénieur français, imagine un sous-marin ayant la forme d'un énorme cétacé de 15 mètres de longueur sur 4^{m},50 de diamètre, dont l'idée caractéristique consiste à régénérer l'air vicié par la respiration sans qu'il soit nécessaire de remonter à la surface. Il arrive à ce résultat en extrayant l'air contenu dans l'eau par une pulvérisation énergique obtenue en aspirant l'eau fortement à travers des plaques finement perforées, et en refoulant ensuite dans le navire l'air qui en provient au moyen même de l'appareil d'aspiration. C'est, en somme, l'idée originale émise par Jules Verne, dans son amusant ouvrage : *Vingt mille lieues sous les mers*

Le dispositif consiste en un accumulateur A, qui actionne, à l'aide d'une dynamo O, un ventilateur aspirant et foulant E. L'effet de ce ventilateur est d'aspirer fortement l'eau par les tubes F, G, débouchant dans des caisses finement perforées,

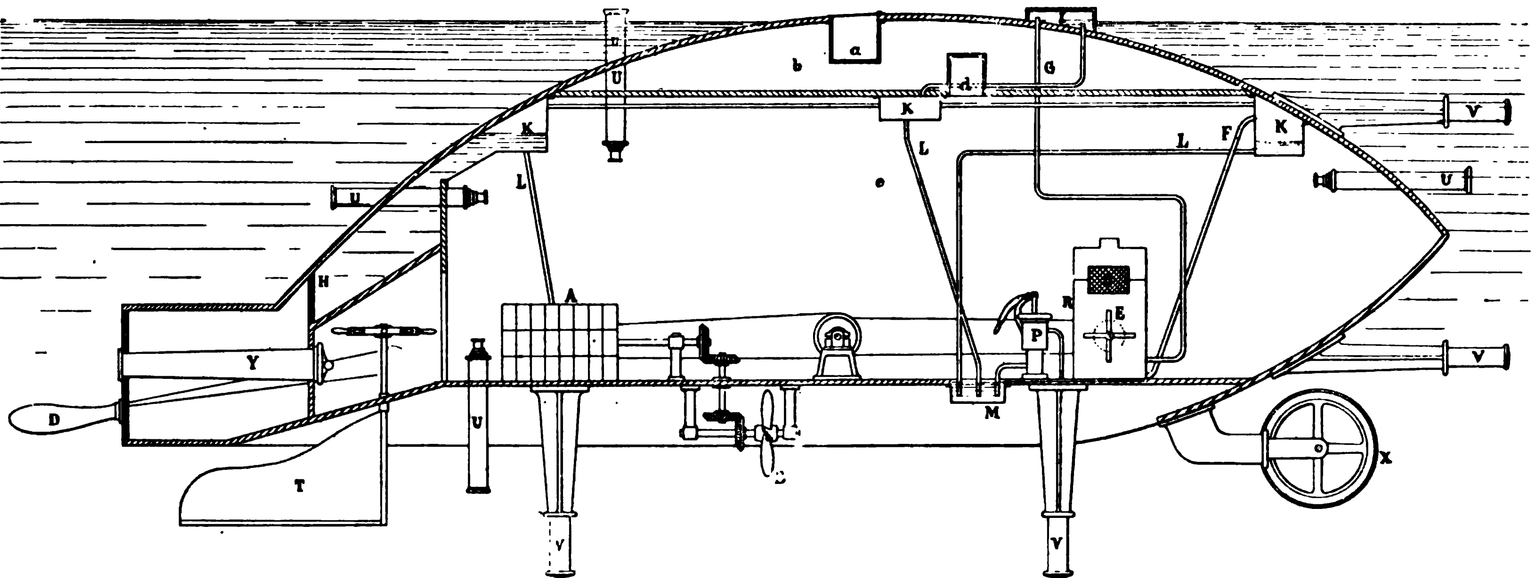


Fig. 120 (Boucher, 1885).
Longueur, 15 mètres ; diamètre, 4m,50 ; propulsion par hélice actionnée au moyen d'un moteur indéterminé ; armé de canons sous-marins : protégé par des tampons.

l'une H, placée à l'arrière, l'autre I placée à la partie supérieure du bateau.

Des caisses K placées sur le parcours de ces tuyaux où des évidements retiennent l'eau et la déversent par des tubes L dans des réservoirs M, d'où elle est ensuite expulsée par une pompe P.

L'air débarrassé, de la plus grande quantité d'eau, arrive donc à la partie inférieure de l'enveloppe R du ventilateur pour être projeté ensuite par ce dernier dans l'intérieur du navire après avoir traversé un filtre S, destiné à retenir les dernières particules d'eau.

La propulsion du bateau se fait: 1° par le jeu d'une hélice B, qui reçoit un mouvement rapide de rotation; 2° d'un système de palette C et *c* en acier; lesquelles palettes sont susceptibles de recevoir un mouvement de rames pour faire l'office de nageoires; et 3° de deux ailes gauches D, placées à l'arrière et ayant un mouvement de battement l'une contre l'autre.

Ces trois organes sont mis en mouvement simultanément ou séparément au moyen d'un système d'embrayages suivant l'action que l'on veut obtenir.

Les observations à la surface sont faites au moyen de la lunette U et la direction dans le plan horizontal à l'aide d'un gouvernail ordinaire T.

Pour préserver le bateau des chocs qui pourraient résulter de la rencontre des roches, il est muni de tampons V, analogues aux tampons de chemins de fer; de plus une roue X, montée également sur une chape à ressort, protège complètement l'avant.

Le bateau est divisé en deux étages séparés par un fort plancher en tôle; l'étage supérieur N sert de logement à l'équipage, et le compartiment inférieur Z est la chambre des machines.

Indépendamment de sa destination purement scientifique, ce sous-marin peut servir également comme engin de guerre, en y adaptant un tube lance-torpilles ou tout autre engin de destruction.

Le Nautilus de MM. Campbell et Ash (1885)

En 1885, MM. Campbell et Ash, ingénieurs anglais, tentèrent de reprendre les idées de Fulton en construisant un nouveau *Nautilus*, mais en lui appliquant des appareils moins rudimentaires dont était composé celui de Fulton.

Ce bateau, terminé en cône à ses deux extrémités, affecte la forme d'un canot ordinaire ; il est divisé en trois compartiments étanches ; de plus, sur le côté du bateau est aménagé un autre compartiment destiné à faciliter la sortie d'un scaphandrier porteur d'une mine sous-marine.

Les dimensions principales sont :

Longueur totale ..	20 mètres
Largeur	3 —
Hauteur comptée du sommet de la tourelle à la quille	4 —

Sa coque est en acier Martin-Siemens de 15 millimètres d'épaisseur, laquelle est capable de supporter une immersion de quinze à vingt mètres.

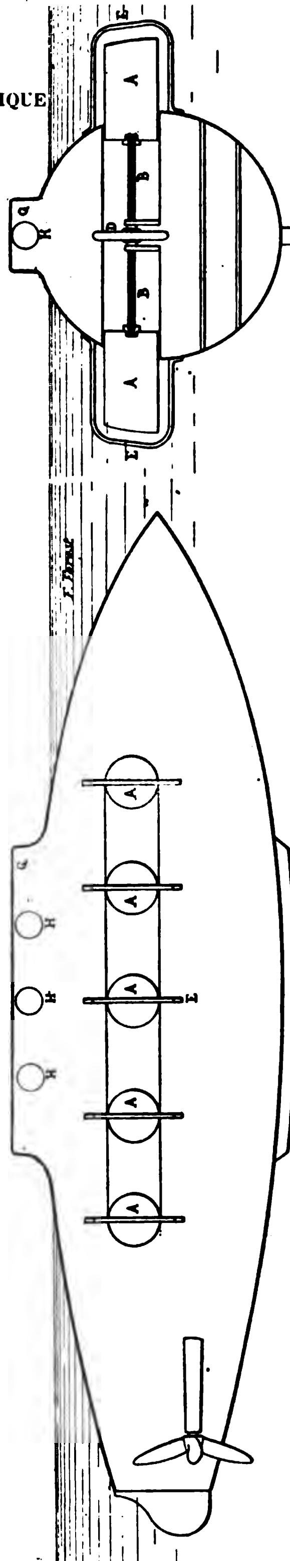


Fig. 121 et 122 (Campbell et Ash, 1885).
Longueur, 10m,50 ; diamètre, 2m,50 ; propulsion par deux hélices et deux électromoteurs ; immersion par réduction de volume.

A la partie supérieure du bateau se trouve une plate-forme de 6 mètres de longueur sur 0m,90 de largeur et, au milieu une légère surélévation de 0m,70 de hauteur, munis de verres très épais, sert de poste au commandant pour les observations à la surface.

La source de force motrice est fournie par 104 accumulateurs Elwell-Parker, divisés en deux batteries de 52 par dynamo; chaque batterie donne 180 ampères à une tension de 104 volts.

Il est propulsé par deux hélices actionnées par deux moteurs électriques Edison-Kopkinson de 23 chevaux, ce qui lui permet de franchir une distance de 80 milles marins à 6 nœuds à l'heure.

Son mode d'immersion se fait suivant le principe d'André Constantin. Ce dispositif consiste en dix gros cylindres A, disposés deux à deux de chaque côté du bord, qu'un mécanisme, composé de pignons d'angle, fait rentrer ou sortir à la façon d'un télescope, suivant que l'on désire s'émerger ou s'immerger.

Comme mesure de sécurité, au cas où un arrêt viendrait à se produire dans les divers organes d'immersion et de propulsion, ce bateau contient des caisses à eau qui peuvent se vider instantanément. La stabilité d'assiette longitudinale se fait également par le jeu d'un gouvernail horizontal placé à l'arrière et manœuvré automatiquement par un pendule; un autre vertical ordinaire assure la direction dans le plan horizontal. L'air nécessaire aux neuf hommes qui composent tout l'équipage est fourni par un réservoir d'air comprimé sous une forte pression.

Deux tubes lance-torpilles sont disposés à l'extérieur et de chaque côté de la plate-forme pour le lancement de torpilles Whitehead ou de torpilles dirigeables.

Dans les expériences faites dans les docks de Tilbury en 1886, par les soins du Gouvernement anglais, le bateau a plongé jusqu'à 8 mètres de profondeur et a donné, paraît-il, d'assez bons résultats :

MORHARD (1885)

Le projet Roman Morhard, de New-York, consiste dans un bateau sous-marin qui s'enfonce par une série de plans que l'on incline à volonté et en même temps lorsque le bateau est en marche.

Ce bateau a la forme d'un cigare; mais le fond est plat et

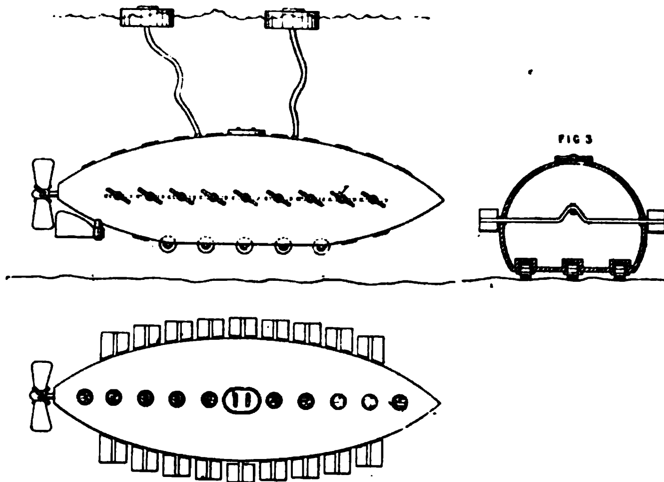


FIG. 123, 124, et 125 (Morhard, 1885).

porte un certain nombre de roues pour rouler sur le fond de la mer.

Pour assurer le renouvellement de l'air, deux tubes flexibles sont attachés à deux bouées flottantes qui maintiennent l'ouverture des tubes au-dessus de l'eau.

Il ne donne aucune indication sur le moteur et les appareils de direction.

PEACE-MAKER (1885)

En 1885, M. Tuck fait construire par la *Submarine Motor C°*, de New-York, un sous-marin auquel il donne le nom de *Peace-Maker* (Pacificateur).

Ses dimensions principales sont de :

Longueur....................................	9m,15
Largeur	2m,68
Creux..	1m,83

Il est renforcé à sa partie supérieure par une légère saillie qui régnait sur toute la longueur de la coque, pour permettre au torpilleur de s'appliquer sous la quille d'un navire et donner ainsi au capitaine la faculté de lâcher les torpilles au moment voulu.



FIG. 126 (Peace-Maker 1885).

La force motrice nécessaire pour la propulsion et les diverses manœuvres est obtenue par le jeu d'une machine Westinghouse de 15 chevaux, alimentée par une chaudière sans foyer avec réservoir à soude Hongman, chaudière dont la propriété consiste à dégager de la chaleur lorsque la soude caustique absorbe de la vapeur d'eau.

La vapeur d'échappement vient se condenser dans l'intérieur de la chaudière à vapeur proprement dite, laquelle est concentrique et contient un réservoir de soude à la température de 127°.

Dans une expérience à laquelle a pris part un des rédacteurs du journal *Sience*, la pression de la vapeur au départ était de 5kg,72 par centimètre carré ; on immergea la coque à l'aide des réservoirs d'eau, de manière à prendre comme ligne de flottaison l'arête inférieure de la crête. Le capitaine fit alors effectuer diverses évolutions en ligne droite et en courbe, soit à la surface, soit à une profondeur de 12 mètres. Le manomètre accusait une élévation continue de la pression à la

chaudière et, après une demi-heure d'expériences, elle atteignait $8^{kg},60$ par centimètre carré. En même temps celui qui était relié au réservoir à soude indiquait un accroissement de pression de 0 à $0^{kg},35$. La température était inférieure à celle d'une chambre de chauffe ordinaire.

L'immersion se faisait par le remplissage de réservoirs d'eau disposés dans la partie milieu du bateau et la plongée, à l'aide de gouvernails horizontaux, dont les charnières étaient placées des deux côtés à l'arrière. L'air nécessaire aux deux hommes qui formaient tout l'équipage était fourni automatiquement par des tuyaux d'air comprimé de $0^{m},15$ de diamètre placés sur les flancs du bateau; on pénétrait dans l'intérieur du bateau par une petite guérite de $0^{m},35$ de hauteur et de $0^{m},40$ de diamètre.

Cette guérite était munie, en outre, d'une certaine quantité de hublots pour permettre à l'officier de se diriger à la surface. Sa vitesse était de 5 nœuds en immersion et de 6 nœuds pendant la marche à la surface.

En passant sous la coque d'un navire ennemi, le capitaine faisait jouer un appareil qui détachait du sous-marin deux mines sous-marines, reliées entre elles par un fil d'acier et communiquant au sous-marin par un fil électrique, les cartouches munies de flotteurs tendaient à les faire remonter à la surface pour aller d'elles-mêmes se fixer contre les flancs du navire. Le bateau s'éloignait et, quand il était à distance convenable, on envoyait le courant électrique qui déterminait l'explosion.

D'après le récit des expériences officielles faites à New-York, le torpilleur, avec ses deux hommes à bord, est resté sous l'eau pendant près de sept minutes, parcourant près de 1 mille 1/2. A la surface, sa vitesse était de 6 milles à l'heure; mais l'inventeur prétend que sous l'eau elle peut atteindre 8 nœuds. Le *Peace-Maker*, pendant son parcours, est passé sous la quille de deux steamers en marche, et s'est approché à 10 pieds d'un remorqueur. Il évoluait dans tous les sens, descendait et remontait avec la plus grande facilité.

Flais (1885)

Le projet de torpilleur sous-marin présenté par M. Flais, ingénieur français, mesure $6^m,50$ de longueur sur 2 mètres de diamètre.

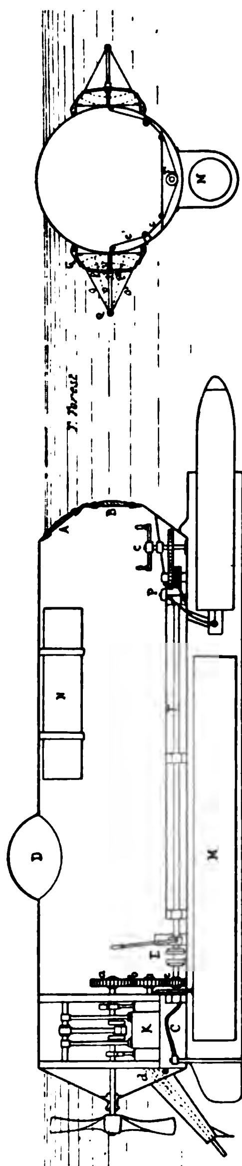


Fig. 127, 128. — Flais (1885).

Longueur, $6^m,58$; diamètre, $1^m,50$; propulsion par moteur à gaz; immersion par réduction du volume; tube lance-torpilles.

A et B, hublots; C, roue du gouvernail; D, poste du commandant; E, embrayage; K, moteur à gaz; M, réservoir d'air comprimé; N, réservoir de gaz comprimé.

D'après l'inventeur, ce bateau est surtout applicable dans les cas où on emploie des torpilles fixes, dont le prix est de beaucoup inférieur à celui des torpilles automobiles; il a pour but de généraliser l'emploi des torpilles fixes, tout en évitant les dangers et les inconvénients qui en résultent.

A cet effet, ce torpilleur est muni d'appareils qui lui permettent de flotter facilement entre deux eaux.

Son équipage se compose de deux hommes; il est muni d'un moteur à gaz, et son immersion consiste, comme celui de MM. André Constantin, par réduction de volume.

Deux lentilles A, B, permettent à l'homme, placé à l'avant du bateau, de voir la direction à suivre et donner au bateau cette direction au moyen de la barre d'un gouvernail ordinaire C qu'il a à sa portée.

Assis sous la partie renflée

D, qui est mobile et peut être enlevée pour permettre aux hommes de pénétrer à l'intérieur du bateau, un mécanicien manœuvre la machine au moyen d'un système d'embrayage et de débrayage E, mis en mouvement par l'intermédiaire des pignons *a*, *b*, *c*.

Un arbre F sert à manœuvrer les deux cylindres G, H, dont l'augmentation ou la réduction permet la montée ou la descente du bateau.

Le moteur à gaz K, placé à l'arrière, est du type pilon avec bielle en retour actionnant l'hélice.

Le gaz et l'air nécessaires à la marche de la machine sont fournis par le navire ou par la côte auquel le sous-marin est en relation par deux tuyaux en caoutchouc *d*, *e*, réunis d'abord en un seul faisceau, qui se divisent ensuite pour se rendre à leurs appareils de distribution respectifs.

Dans le cas où une rupture se produirait, on peut amener une solution de continuité des tuyaux *d*, *e*, aux réservoirs M et N, lesquels renferment du gaz et de l'air comprimé pour fournir à la machine les produits nécessaires à la marche du sous-marin. L'appareil pour la réduction ou l'augmentation de volume du bateau est commandé à la main par une combinaison de tringles fixes et de leviers mobiles.

Comme pouvoir défensif, ce bateau possède une torpille placée à son avant. Cette torpille communique au moyen d'un fil conducteur, lequel peut se développer avec une bobine alimentée par une pile qui permet de produire au moment voulu, l'explosion de la torpille par le contact P, placé à la portée de l'homme qui est à l'avant.

Nordenfelt (1885)

M. Nordenfelt, l'inventeur des mitrailleuses et des canons à tir rapide qui portent son nom, a construit, en 1885, un torpilleur sous-marin.

Ce bateau, analogue comme forme au *Plongeur* de l'amiral Bourgois, est mû par une machine à vapeur en submersion

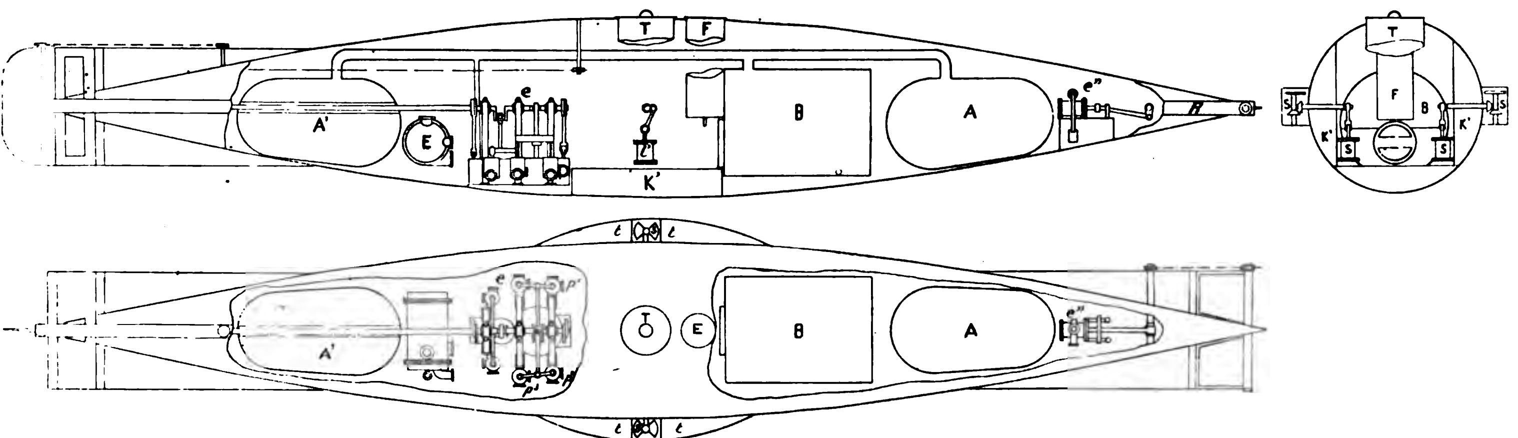


Fig. 129, 130, 131 (Nordenfelt, 1885).

Longueur, $9^{m},50$; tonnage, 60 tonneaux ; propulsion par machine à vapeur en émersion, par l'eau surchauffée en immersion par deux hélices latérales, verticales, plongée par gouvernail réglé par un pendule W ; construit en acier, tube lance-torpilles.

A, A', réservoirs d'eau chaude ; B, chaudière ; F, cheminée téléscopique ; E, condensateur ; *e*, machine motrice compound ; *l'*, machine actionnant les hélices latérales ; K', réservoir pour le lest d'eau ; *e''*, machine actionnant les gouvernails horizontaux ; R, gouvernails horizontaux ; T, tour mobile ; S, S, hélices latérales ; P', P'', P''', pompes.

Les pompes P', P'', P''' servent, savoir : P' à faire passer l'eau chaude du réservoir A dans la chaudière B ; P'' à faire passer l'eau de la chaudière B dans le réservoir A', et P''', l'eau du réservoir A' dans le réservoir A. Le travail de ces pompes était destiné à établir une complète circulation de l'eau pendant les périodes d'immersion et en même temps un contrôle parfait de la quantité d'eau contenue dans chacun de ces réservoirs.

et en immersion au moyen de l'eau surchauffée dans des réservoirs.

Les dimensions principales sont de :

Longueur	19m,50
Largeur maxima	3m,65
Hauteur maxima au milieu	3m,25
Tonnage	60 tonneaux.
Machine	100 chevaux.
Vitesse	9 nœuds.

Sa coque est en acier doux de Suède : les plaques sont de 16 millimètres au maître-ban et de 10 millimètres seulement aux extrémités.

L'ossature est composée de cornières de $\frac{75 \times 75}{10}$ placées transversalement et espacées de 90 centimètres.

La tourelle d'observation, de 35 centimètres de hauteur, est munie d'une coupole qui peut facilement pivoter autour d'une charnière pour donner accès aux trois hommes formant tout l'équipage, lesquels se tiennent au centre du navire devant le foyer de la chaudière.

Cette coupole est munie d'un hublot protégé par un grillage en fer pour permettre d'observer la mer, lorsque le bateau navigue à la surface.

Le bateau est toujours maintenu dans une position horizontale avec un léger excès de flottabilité. Ce n'est que sous l'effort de deux hélices placées chacune de chaque côté des flancs qu'il plonge, et la cessation de travail de ces hélices suffit pour le faire remonter à fleur d'eau ; les hélices qui agissent dans un sens vertical sont placées dans deux tours qui les protègent contre les accidents.

La machine principale fait mouvoir une hélice propulsive à quatre ailes de 1m,50 de diamètre, assurant le déplacement du navire. Cette machine est du type compound avec condenseur à surface. Le cylindre de haute pression a 0m,30 de diamètre et celui de basse pression, 0m,63 ; la course unique des deux cylindres est de 0m,28. Deux autres petites machines

à deux cylindres de 0m,10 de diamètre et 0m,15 de course sont utilisées à faire marcher les ventilateurs quand on est à la surface, ainsi que pour actionner les hélices verticales quand le bateau est immergé.

A la surface, la vapeur est produite par une chaudière du type ordinaire de la marine à retour de flamme; les produits provenant de la combustion sont évacués dans une boîte placée près de la coupole et rejetés ensuite extérieurement, de façon à éviter que la fumée ne trahisse la présence du bateau.

Pendant la marche à fleur d'eau et au moyen du tirage forcé, on fait une provision de vapeur surchauffée, emmagasinée

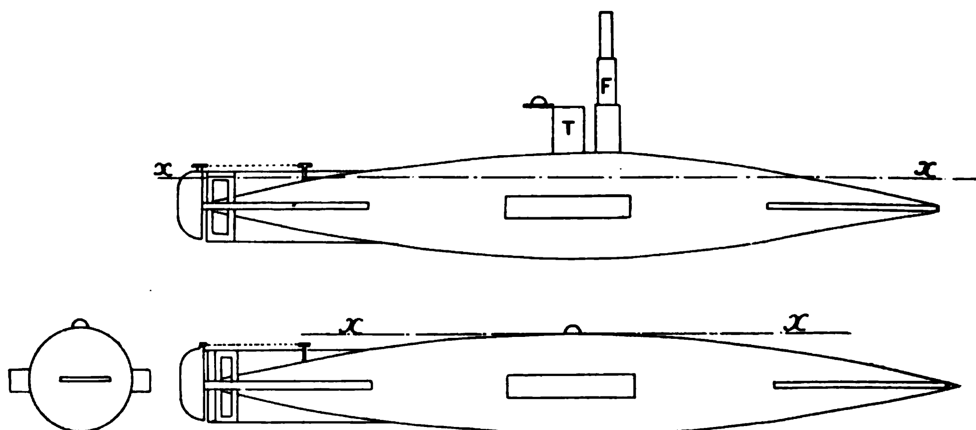


Fig. 132, 133 et 134.

dans deux réservoirs d'eau bouillante. L'eau des réservoirs est d'ailleurs maintenue continuellement chaude, en établissant un courant d'échange continu avec la chaudière au moyen de trois pompes de circulation commandées par la machine principale. La capacité des deux ainsi que la machine est de 8 tonnes.

Parmi les appareils divers dont le bateau est muni, un appareil spécial arrête les hélices verticales, quand le bateau est arrivé à une profondeur déterminée, et le même appareil les remet en marche aussitôt que le bateau tend à remonter à la surface.

Ce dispositif consiste en une soupape qui commande l'arri-

vée de vapeur des deux petites machines de 6 chevaux, lesquelles commandent les hélices verticales; cette soupape est maintenue ouverte par un poids réglable sur un levier. Le piston de la soupape est aussi en communication directe avec la mer. Si le bateau descend au-dessous de son plan d'immersion normale, la colonne d'eau devient supérieure, et la soupape se ferme automatiquement; la machine s'arrête, et l'excès de flottabilité du bateau l'élève jusqu'à ce que, la pression extérieure diminuant, la soupape donne de nouveau accès à la vapeur. La profondeur d'immersion du bateau est donc réglée automatiquement.

Pour la stabilité longitudinale, on l'obtient par des gouvernails horizontaux compensés. Ces gouvernails, disposés à l'avant et de chaque côté du bateau, sont montés sur un seul et même axe. Ils sont toujours maintenus dans une position horizontale par un pendule attaché à un bras faisant un angle droit avec l'axe d'oscillation des palettes. Ainsi, par exemple, quand le bateau prend une inclinaison pour plonger, il forme un angle avec les gouvernails, qui force le bateau à reprendre une position horizontale.

Les actions de ces gouvernails sont renforcées à l'aide d'un petit servo-moteur, dont la manœuvre est réglée par le pendule.

En ce qui concerne la sécurité, ce bateau est calculé pour s'immerger à une profondeur de 30 mètres, ce qui est largement suffisant pour un appareil destiné à la guerre.

En dehors de ses puissantes pompes, le bateau peut encore être allégé par la vidange des 8 tonnes d'eau surchauffée.

Le bateau contient suffisamment d'air en lui-même pour qu'aucun appareil soit utile pour régénérer l'air vicié.

L'équipage peut rapidement sortir du bateau en renversant la coupole de la tourelle, si le bateau venait à toucher le fond et dans des profondeurs où la pression n'excèderait pas celle que l'homme pourrait supporter.

Les machines à pleine puissance sont de 100 chevaux-vapeur indiqués et peuvent donner au bateau une vitesse de 9 nœuds.

La distance parcourue à la surface sans faire de charbon a été de 150 milles.

Un réservoir d'eau froide est installé au centre du bateau et contient environ 4 tonnes d'eau utilisée pour régulariser la flottabilité du bateau. En marche, à la surface, le sommet du bateau dépasse le niveau de l'eau d'environ 90 centimètres. Quand il plonge, l'eau des réservoirs de surchauffe est amenée à une température de 150 lbs par pouce carré ; les cendriers et la porte du foyer sont fermés ; la cheminée, qui est télescopique, est rentrée, et les propulseurs horizontaux sont mis en marche. L'eau surchauffée est capable de fournir de la vapeur pour un parcours de 3000 milles. A la fin d'un tel parcours, la pression dans le réservoir est encore d'environ 20 lbs par pouce carré.

L'armement de ce bateau consiste en une torpille dirigeable du système de M. Nordenfelt et d'une torpille Whitehead pouvant être lancées au moyen d'un tube placé à l'extérieur et à l'avant du bateau. On avait proposé d'installer une mitrailleuse Nordenfelt à un seul canon, lequel serait placé devant la tourelle d'observation, afin de pouvoir combattre les bateaux de faible tonnage contre lesquels la Whitehead n'a pas beaucoup de chances de réussite.

Les expériences auxquelles ce sous-marin fut soumis devant tous les représentants des puissances maritimes, eurent lieu dans le détroit de Landroska, en septembre 1885. Selon M. G.-H. Hovgaard, ces résultats peuvent se résumer ainsi :

Le premier jour, pendent trois heures, le bateau, complètement fermé, ayant seulement la coupole de la tourelle d'observation au-dessus de la surface de l'eau, fut maintenu à des vitesses variables, mais n'excédant pas 4 nœuds. Durant ces expériences, le bateau fut immergé à plusieurs reprises ; à la dernière, il fut maintenu cinq minutes au fond même de la baie. Le bateau ne put néanmoins se déplacer horizontalement dans l'eau, ayant eu ses gouvernails horizontaux avariés pendant la remorque quand on le ramena de Landkrona.

Le jour suivant, le bateau fut envoyé comme un bateau

ordinaire à vapeur, c'est-à-dire à la surface, et délesté. Il parcourut une distance de 16 milles à une vitesse qui fut estimée à 5 nœuds ; mais la chaudière ayant une fuite, la puissance totale de la machine ne put être obtenue.

Le dernier jour d'expériences, le bateau fut complètement immergé et, durant trois minutes, se déplaça à une faible vitesse. Il fut encore immergé plusieurs fois, mais sans dépasser trois quarts de minute à chaque fois. L'expérience entière dura vingt-cinq minutes. Malheureusement le chauffeur avait été blessé par un accident quelconque. Le temps fut peu favorable, le premier jour. Néanmoins on essaya de simuler l'attaque d'une causimière et le bateau dut s'approcher,



Fig. 135 (Nordenfelt, 1887).

s'immergeant depuis le point où il aurait pu être aperçu, de sorte que ces essais ne purent pas donner une idée exacte de ce que le bateau pouvait faire.

En résumé, il paraîtrait que, d'après les rapports officiels, l'appareil destiné à assurer l'horizontalité de la position ne fonctionnait pas assez énergiquement, ce qui, par l'emploi d'hélices de sustentation, obligeait le navire à remonter trop souvent à la surface, s'exposant ainsi à être découvert.

En ce qui concerne l'emploi de la vapeur comme moyen de propulsion sous l'eau. M. Nordenfelt s'exprime ainsi : « En usant l'eau surchauffée comme moyen d'emmagasiner l'énergie, je suis en possession d'un réservoir d'une puissance telle qu'il ne peut jamais donner lieu à aucune perturbation et peut être rempli à tout moment et à tout point du globe sans avoir à recourir à terre ou à des navires. »

M. Hovgaard fait remarquer avec juste raison qu'en ce qui

concerne la vidange de l'eau de la chaudière et des réservoirs de surchauffe pour produire une force ascensionnelle immédiate, on doit remarquer que cette opération ne serait pas sans fatiguer beaucoup les réservoirs, vu la brusque détente.

En second lieu, si le bateau est immergé à de grandes profondeurs, la pression extérieure peut devenir assez forte, pour qu'une partie de l'eau soit seulement expulsée et que même l'eau ambiante rentre dans la chaudière au lieu d'en sortir.

Le *Nordenfelt* fut acheté par la Grèce au commencement de l'année 1886. En avril, de nouveaux essais eurent lieu dans la baie de Salamis. Il paraîtrait qu'ils ont donné pleine satisfaction.

Goubet n° 1 (1885)

Le Goubet n° 1 (*fig.* 136 et 137), construit en 1885, a comme dimensions principales :

Longueur totale	$5^{m},000$
Hauteur au milieu	$1^{m},780$
Largeur au milieu	$1^{m},000$
Déplacement total	$1^{m3},800$
Déplacement, les réservoirs étant vides	$1^{m3},600$
Contenance des réservoirs d'eau	$0^{m3},300$
Poids de sûreté et d'équilibre	$300^{kg},000$
Poids brut du bateau sans les deux hommes d'équipage	$1.450^{kg},000$

La stabilité du bateau est obtenue, ainsi que nous le verrons dans le chapitre n° 2, par un pendule manœuvrant une pompe pour envoyer l'eau vers l'avant ou vers l'arrière suivant l'inclinaison prise par le bateau, sous l'influence du déplacement de poids à l'intérieur.

Dans la vue en élévation, le système pendulaire à lentille A agit par une barre horizontale *i*, laquelle agit sur l'embrayage *f*, de telle sorte que la commande droite ou gauche de la pompe à double effet *c* entre en contact avec le manchon d'embrayage qu'actionne le moteur.

La pompe *c* opère le déplacement de l'eau de l'un à l'autre des deux réservoirs A, A', placés chacun à l'extrémité du

bateau. Aussitôt que le bateau s'incline, de l'eau est aspirée dans le réservoir qui s'est abaissé, et elle est refoulée dans le réservoir qui s'est élevé ; le bateau devient immédiatement

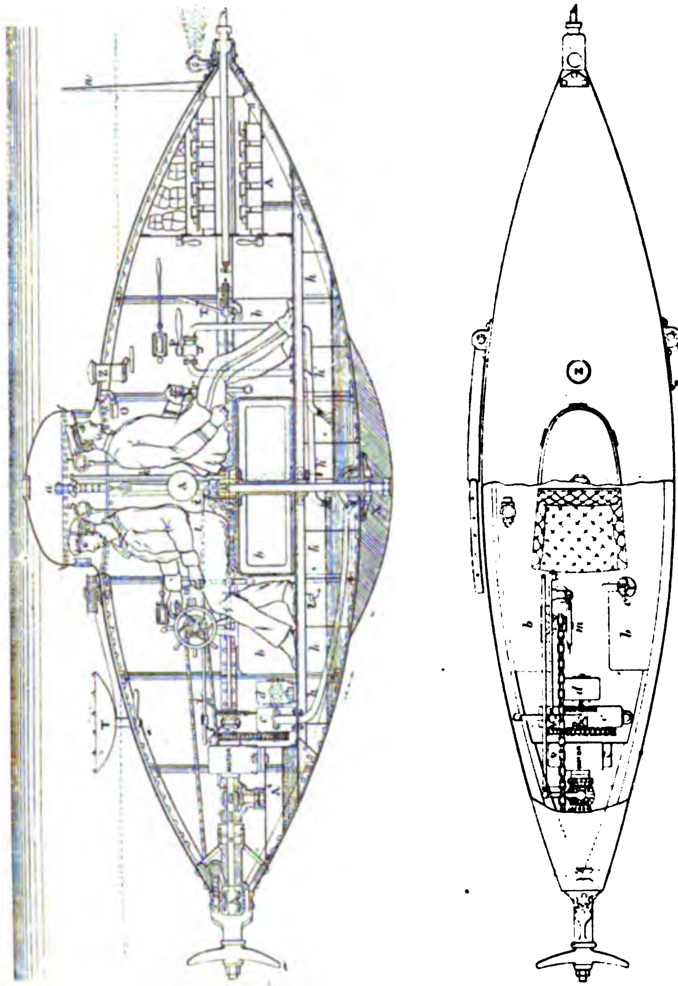


FIG. 136 et 137. — *Le Goubet* n° 1 (1885).

horizontal avant qu'il ait pu monter ou descendre d'une façon sensible.

La partie inférieure du bateau forme une caisse *h*, qui con-

tient de l'eau en quantité plus ou moins grande, suivant que l'on veut enfoncer le bateau plus ou moins profondément dans l'eau.

On aspire l'eau de l'intérieur de ces compartiments *h*, *h*, au moyen d'une pompe à eau.

Le bateau est pourvu, à sa partie inférieure, d'une masse pesante X, qui est fixée sous le bateau par une tige en acier *b*, terminée à son extrémité par un écran encastré dans la masse.

Cette tige pénètre dans le bateau, en faisant un joint étanche à l'aide de sa partie conique dans une boîte en bronze, laquelle est fixée solidement au fond du bateau par des boulons.

Pour détacher le poids du bateau, il suffit de tourner l'écrou-goupille placé sous la main de l'officier.

Le moteur qui actionne l'hélice du bateau et les diverses pompes fonctionne au moyen de l'électricité ; celle-ci est fournie par des piles Schanschieff, disposées à l'avant du bateau et actionnant une dynamo Edison.

Ce bateau sous-marin est manœuvré de la façon suivante : L'officier et le matelot descendent dans le bateau par l'ouverture supérieure, qu'on ferme ensuite au moyen du dôme *a*.

Ce dôme est articulé à charnière et maintenu par un verrou avec vis et écrou à oreilles. Le bord de ce dôme pénètre dans une gorge au fond de laquelle se trouve une rondelle de caoutchouc. Le dôme est pourvu, en outre, de regards garnis de glaces épaisses avec grilles de protection ; un obturateur permet de fermer le regard en cas de bris d'une glace.

La manœuvre de l'hélice mobile pour la direction à donner au bâtiment se fait par des chaînes actionnées par le volant *m*.

Comme armement, ce bateau possède une torpille T qui se place à l'arrière du bateau ; elle est maintenue par un déclic à mouvement de baïonnette, ce qui permet de l'intérieur même du bateau de rendre la torpille libre.

Cette torpille est reliée par un fil métallique isolé, roulé sur un tambour et relié à la source d'électricité par le moyen d'un commutateur.

Les hommes d'équipage sont assis sur le réservoir d'air comprimé *b* ; la prise d'air se fait par le robinet *c* à vis sans

fin ; l'air passe dans les réservoirs *h*, *h*, par le tuyau *t*, pour se saturer d'humidité et revient ensuite par la conduite *k* pour

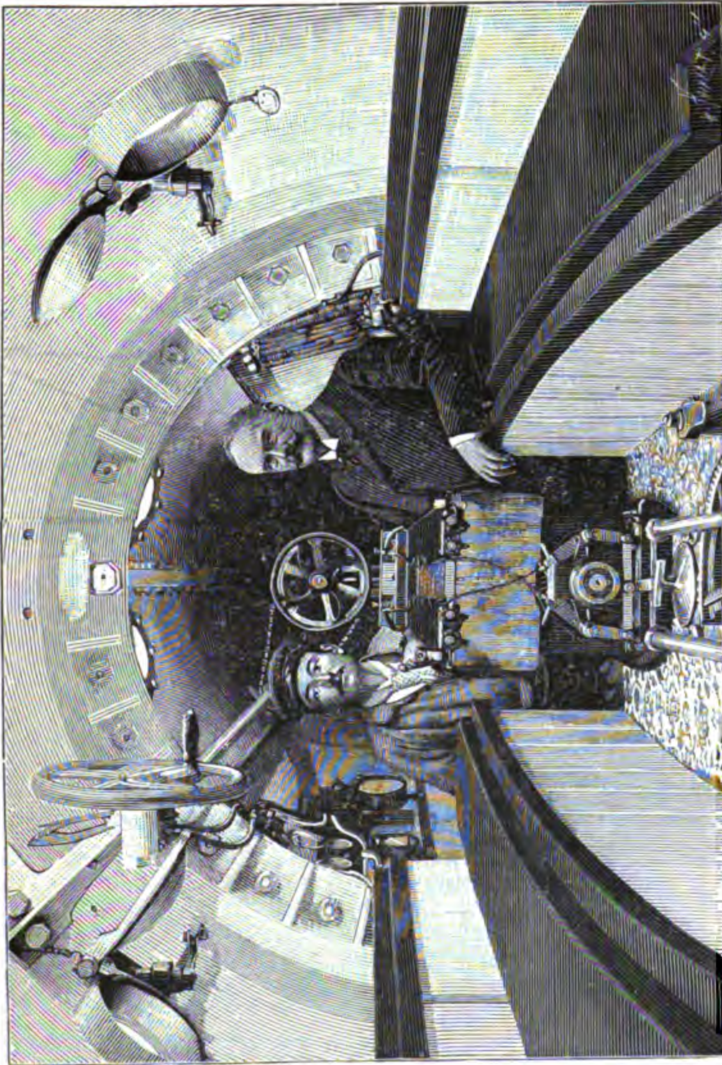


Fig. 138. — M. Goubet dans l'intérieur de son sous-marin n° 2 (cliché communiqué par *l'Illustration*).

s'échapper ensuite dans le bateau.

Des manomètres indiquent la pression de l'air dans la coque et dans le réservoir ; une pompe à air *d*, qui fonctionne cons-

tamment, expulse l'air vicié. Cette pompe à air, comme la pompe à eau, sont commandées par des chaînes sans fin.

Avant de faire plonger le bateau, l'officier vise le but à atteindre, en se servant de la mire *n*, placée à l'avant du bateau ; il constate, sur la boussole O, l'angle de déviation de l'aiguille. Cette observation faite, il ouvre le robinet à trois voies, P, qui envoie de l'eau dans le réservoir *h*, ou dans le réservoir *h'*, ou encore dans les deux.

Lorsqu'il a obtenu la profondeur voulue indiquée par le manomètre S, il ferme le robinet, et il dirige le bateau, étant guidé par la boussole, vers le but à atteindre.

Dès que le bateau est arrivé sous le bâtiment à détruire, on lâche la torpille, qui monte, par suite de sa densité plus faible ; elle se fixe sous le navire par les griffes en couronne qui la garnissent.

Ce bateau se dérobe alors ; les fils du tambour se déroulent en indiquant au pilote la distance de l'éloignement. Lorsqu'on est arrivé à 100 ou 150 mètres, on fait circuler le courant électrique, et la torpille fait explosion.

Le bateau sous-marin est encore pourvu à l'avant d'un sécateur, ou pique, qui peut être sorti de 3 mètres en avant du bateau ; on le manœuvre au moyen du levier P ; il sert à couper les fils des torpilles placées dans un avant-port.

L'avant du bateau est éclairé au besoin au moyen d'une lampe électrique, dans le cas d'accident ou de détresse.

Pour avertir le navire ou le port auquel le torpilleur est attaché, il possède un tube Z pourvu de deux obturateurs solidaires au moyen d'un mécanisme très simple.

L'obturateur inférieur étant ouvert et celui du haut étant fermé, on introduit une cartouche-signal ; en fermant l'obturateur du bas, celui du haut s'ouvre ; la cartouche s'élève en vertu de sa faible densité ; par suite de sa construction, elle éclate en arrivant à fleur d'eau et fait explosion.

Des feux de couleur peuvent servir à indiquer la profondeur à laquelle se trouve le torpilleur ; on peut également lancer de l'intérieur une petite bouée, qui enlève un téléphone, ce



Fig. 139. — *Le Goubet* n° 2 installé sur un truck de chemin de fer pour être transporté à Toulon. Photographie communiquée par *l'Illustration*.

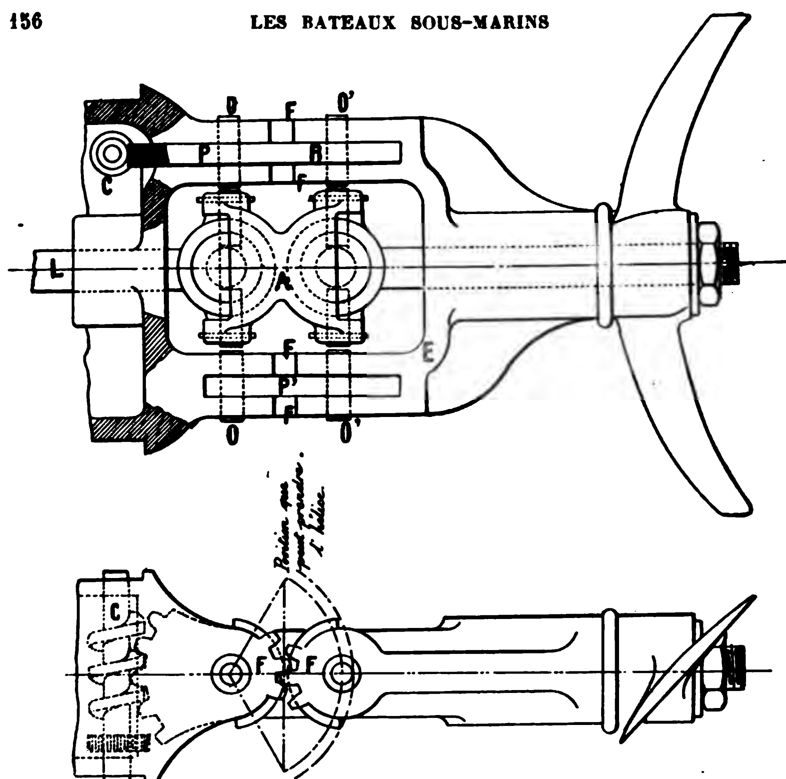


Fig. 140 et 141. — Joint de l'hélice (Goubet).



Fig. 142. — Goubet sur la coupole de son sous-marin (cliché communiqué par *l'Armée illustrée*).



Fig. 143. — Vue de l'intérieur du *Goubet* immergé à 1 mètre (cliché communiqué par *l'Armée illustrée*).

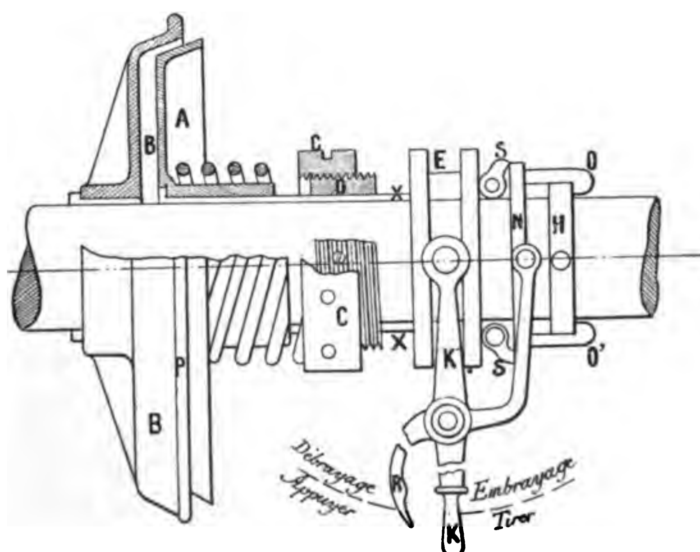


Fig. 144. — Embrayage Goubet.

qui permet de communiquer avec le navire qui est venu au secours du sous-marin.

Les modifications apportées par M. Goubet dans la construction de son nouveau modèle de bateau sous-marin consistent principalement dans son régulateur automatique d'immersion dont nous verrons la description dans le chapitre.

De plus il possède deux torpilles automobiles Whitehead placées sur les flancs du bateau.

Les nouvelles dimensions sont : Longueur, 8 mètres ; diamètre au maître-ban, $1^m,85$; sa coque est en bronze ; une machine Siemens, type tramway, du poids de 190 kilogrammes, est calculée pour marcher à 9 ampères et 48 volts.

La direction, une fois le bateau immergé, se fait à l'aide d'un tube optique.

Brin et Chapmann (1886)

Le projet établi par MM. Arthur Brin, Léon-Quentin Brin, ceux-ci français, et Léonard Chapmann, ce dernier anglais, consiste en un bateau sous-marin de forme cylindrique, sauf au milieu où il est elliptique; mais les inventeurs ne donnent pas cette forme comme absolue.

Ils emploient comme moteur une machine à vapeur à triple expansion, dont la chaudière est entourée de matière isolante et chauffée par du pétrole. L'oxygène nécessaire à la combustion est fourni par des réservoirs où l'oxygène retiré de l'air par les procédés Brin est emmagasiné à 80 atmosphères.

La combustion a lieu sous pression en vase clos, et les produits de celle-ci (acide carbonique et vapeur d'eau) sont pompés et envoyés dans un condenseur K placé sous le bateau. Une partie de l'eau de condensation est destinée à compenser les fuites de la machine ; le reste est rejeté à la mer avec l'acide carbonique absorbé facilement (selon les inventeurs) par l'eau environnante, de façon à ne pas laisser de traces de passage du bateau.

Dans leur projet, les inventeurs indiquent l'emploi direct du pétrole et de l'oxygène dans un cylindre de machine à gaz ; mais

ils ne donnent aucun détail sur les moyens pratiques de le réaliser.

Ils indiquent également l'emploi du pétrole et de l'oxygène brûlant, comme dans un foyer ordinaire ; mais ils ne donnent également aucun moyen pratique de se débarrasser des produits de la combustion.

Le bateau doit être lesté de façon à conserver une certaine flottabilité, mais très faible, et la plongée peut s'obtenir de deux façons soit en remplissant des réservoirs qui font disparaître la flottabilité, soit en employant un jet d'eau de bas en haut, quand le bateau est immobile, ou bien à l'aide d'un gouvernail horizontal, quand le bateau est en marche.

Les réservoirs peuvent être vidés par la vapeur directe ou par des pompes.

Le gouvernail horizontal est disposé de façon à maintenir la profondeur fixée d'avance par un tube en **U**, ainsi que nous le verrons dans le chapitre I, dont une branche communique avec l'eau extérieure et l'autre contient une tige métallique qui se déplace à volonté suivant la profondeur désirée pendant la marche. Le

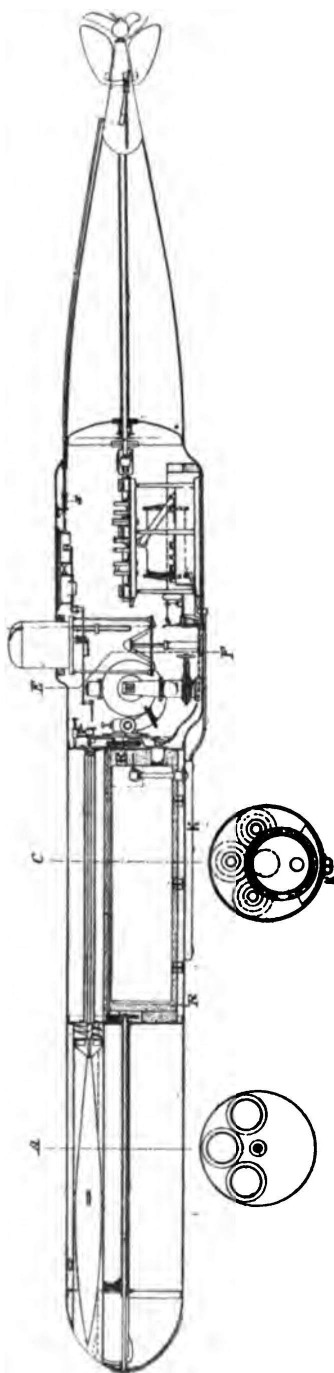


FIG. 145, 146 et 147 (Brin et Chapmann, 1886).

bas du tube contient du mercure dans lequel plonge la tige métallique, quand le niveau est dépassé, la tige ferme un circuit électrique mettant en action un électro-aimant qui agit lui-même sur le gouvernail horizontal.

La flottabilité laissée au navire tend à le faire remonter, mais comme un ressort X l'oblige à incliner le gouvernail horizontal de façon à faire plonger le bateau. Celui-ci descend jusqu'à ce que la pression amène la fermeture du circuit, qui contre-balance l'effort du ressort X, et le bateau cédant à la force de flottabilité, remonte, et ainsi de suite. Tout en étant automatique, l'appareil peut être également mis en marche à la main sans attendre l'effet de l'électro-aimant ou pour l'en empêcher.

Dans leur premier projet, les inventeurs avaient indiqué une glissière dans laquelle se mouvait une masse pesante, mue automatiquement pour supprimer les mouvements horizontaux; mais ils n'en parlent pas dans leur projet définitif.

Les tubes lance-torpilles sont au nombre de trois, et les torpilles sont lancées par l'oxygène sous pression. L'oxygène appuie sur un piston qui peut être ramené en arrière pour introduire une autre torpille et qui fonctionne dans un tube spécial.

Les gouvernails sont mus à la vapeur. Celui pour la direction horizontale est automatique et à main. L'autre est à main ou à vapeur. Leur forme est telle que les câbles et les débris de toute nature ne puissent s'y accrocher. Il en est de même pour l'hélice.

Pour la vision, ils emploient une tourelle glissant dans un cylindre étanche et s'élevant à volonté. Cette tourelle porte une coupole supérieure en verre.

En marche sous-marine, la coupole affleure le pont du bateau. Ce n'est qu'en marche à la surface qu'elle est élevée au plus haut point de sa course.

Pour plonger par jet d'eau, ils emploient une puissante pompe centrifuge prenant l'eau par dessous, en *m*, et la rejetant en M^2; tous ces mécanismes sont mus par une machine spéciale.

Les inventeurs n'indiquent pas comment ils procèdent pour revivifier l'air, tout en spécifiant qu'ils prennent de l'oxygène dans leurs réservoirs pour remplacer celui consommé par l'équipage.

Richard Watkins et Campbell (1886)

Le brevet de M. Richard Watkins d'Angleterre porte sur un dispositif consistant à faire glisser les deux cônes formant les extrémités d'un bateau sous-marin ayant la forme d'un cylindre, exactement comme une longue-vue, de façon à diminuer ou

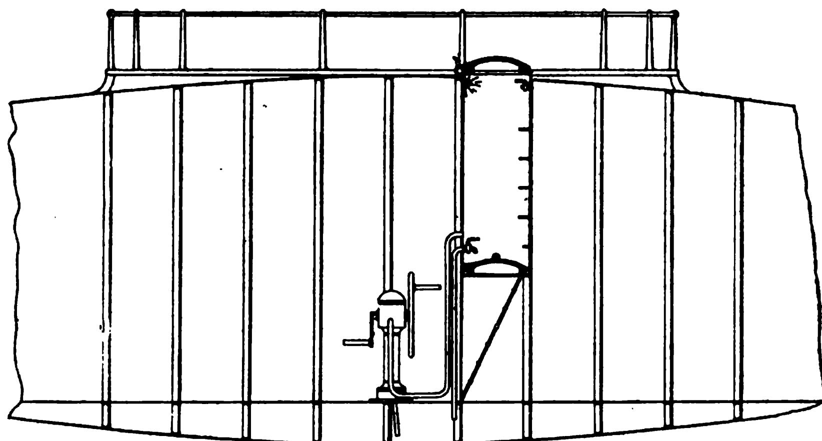


Fig. 148 (Richard Watkins et Campbell, 1880).

à augmenter le volume du bateau et à déterminer la plongée ou la montée.

Le mouvement est obtenu par une vis sans fin engrenant avec une roue dentée portant une vis qui actionne les parties mobiles.

Aucun détail n'est donné sur le fonctionnement des appareils accessoires.

Quant au brevet pris par M. Andrew Campbell, il consiste simplement en une chambre de passage analogue à celle usitée dans les cloches à plongeur et qui fonctionne de même sous

l'eau. C'est exactement celle indiquée par Jules Verne dans son livre : *Vingt mille lieues sous les mers.*

Hyponéon de Toureau (1886)

En 1886, M. Toureau présente un projet de bateau sous-marin dit *Hyponéon* (du grec ὑπό, sous, et νέων, nageant), ayant $7^m,50$ de longueur et $1^m,85$ de diamètre.

La forme est cylindrique au milieu et cylindro-conique dans le sens de la longueur.

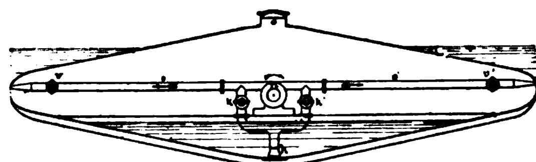


Fig. 119 (Toureau, 1887).
Hyponéon : longueur, $7^m,25$; diamètre, $1^m,80$; propulsion par réaction ; immersion par introduction d'eau.

L'immersion a lieu par lest d'eau que l'on introduit dans la cale et que l'on rejette au dehors lorsque l'on veut émerger. La profondeur d'immersion est réglée par un piston hydrostatique, qui, en se déplaçant, ouvre ou ferme automatiquement la valve d'un récipient de gaz ammoniac liquéfié qui chasse le piston et l'eau contenue dans le cylindre ; le poids diminue et le volume se trouve légèrement augmenté ; le bateau se tient en équilibre et, lorsque le piston est chassé à fond de course, le bateau monte à la surface. La propulsion se fait par réaction ; un tuyau est posé d'un bout à l'autre du bateau ; vers le milieu se trouve branchée une pompe rotative. Quand cette pompe est mise en mouvement, elle aspire de l'eau à l'une des extrémités du bateau et la refoule à l'autre extrémité ; le bateau se déplace dans le sens opposé de l'eau dans le tuyau de la pompe ; pour faire marche arrière, il suffit de tourner la pompe dans le sens opposé.

D'Allest (1886)

Après Payerne, c'est M. d'Allest, ingénieur français, qui présenta, en 1886, l'unique bateau sous-marin pouvant naviguer aussi bien en immersion qu'à la surface, par l'emploi d'une chaudière à combustion sous pression et alimentée par du pétrole et un courant d'air.

Nous croyons intéressant de donner la description complète de ce brevet. Ce bateau, qui affecte la forme d'un cigare de 20 mètres de longueur sur 2 de diamètre, est muni à la partie inférieure d'une arête creuse formant réservoir étanche D; la partie cylindro-conique est divisée en trois compartiments par deux cloisons étanches, A et B; les deux compartiments avant et arrière sont remplis d'air ou d'oxygène comprimé à haute pression ; ils sont reliés entre eux par un tuyau extérieur C; le compartiment central contient l'appareil moteur et le personnel; la partie inférieure D du bateau, qui est, du reste, complètement séparée, contient une caisse à eau douce, une caisse à pétrole, qui est le combustible employé, et enfin offre un volume destiné à être rempli par l'eau nécessaire à l'immersion complète du navire. Le bateau est, en outre, muni de deux gouvernails, l'un vertical, E, qui assure la direction dans le plan horizontal, et l'autre horizontal, F, qui assure et règle la profondeur à laquelle il s'agit de naviguer.

La partie centrale du bateau présente une légère passerelle servant de pont, et une coupole, G, munie de hublots et fermée par une porte étanche par où on pénètre dans l'intérieur du navire. Dans la quille sont placés, en guise de lest, des accumulateurs électriques A′, qui sont chargés par une petite dynamo-électrique B′ et qui assurent le fonctionnement d'un nombre de lampes à incandescence suffisant pour l'éclairage.

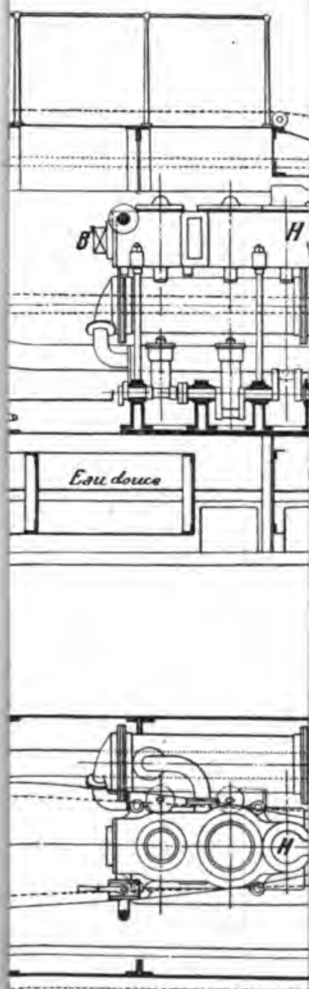
L'appareil moteur est formé par une machine compound à pilon à condensation par surface, actionnant une hélice et munie de tous les accessoires habituels à ce genre de machine. Cette machine commande également un cylindre compres-

seur H, qui aspire de l'air à l'extérieur ou de l'oxygène, au moyen d'une manche reliée à une source de ce gaz placée à terre, et le refoule à haute pression dans les deux réservoirs étanches à l'avant et à l'arrière du bateau.

La chaudière I, est tubulaire et à retour de flammes ; le foyer et la boîte à fumée sont complètement fermés et étanches. La boîte à fumée est munie de deux cheminées, l'une, J, qui aboutit sur le pont du bateau, et l'autre, K, qui sort par la partie inférieure ; ces deux cheminées sont fermées par des robinets L et M ; sur la devanture du foyer se trouvent montés, un brûleur à pétrole N, système d'Allest, et un tuyau d'arrivée d'air ou d'oxygène venant des réservoirs après avoir traversé un détendeur O, placé dans la chaufferie ; une autre tubulure O′, conduit dans le foyer l'air refoulé par un ventilateur P ; le pétrole, puisé par une pompe dans la caisse d'approvisionnement, est refoulé dans un cylindre Q, sous un piston dont la face supérieure est en communication avec la mer. Lorsque le bateau navigue à la surface, la flottaison se trouve placée suivant la ligne *ab* ; la chaudière fonctionne alors à la façon d'une chaudière ordinaire ; le pétrole pénètre dans le foyer avec une pression due à sa hauteur d'écoulement et au poids du piston et de la petite colonne d'eau, qui pressent sur lui l'air soufflé par le ventilateur P, vient brûler ce pétrole, et les produits de la combustion s'échappent par la cheminée J, dont on a ouvert le robinet L.

Lorsque le bateau est complètement immergé et se trouve à une certaine profondeur, on ferme le robinet L ; on ouvre M, et l'oxygène nécessaire à la combustion, au lieu d'être fourni par le ventilateur, est alors puisé dans les réservoirs.

Cet air ou oxygène à haute pression, avant d'arriver dans le foyer, traverse le détendeur régulateur O′, lequel, au lieu d'être réglé, comme les détendeurs ordinaires, par un ressort, est commandé par un piston mis en communication avec la mer par l'une de ses faces ; il règle ainsi automatiquement la pression de l'air, qui varie dans le foyer, de telle façon que cette pression est toujours un peu supérieure à celle de la



ste du commandant ; H, machi
; T, treuil de gouvernail de pl

colonne d'eau qui charge la base inférieure de la cheminée K; le pétrole est projeté dans le foyer avec la même pression relative que lorsqu'on marche à l'air libre; car la charge qui le projette a augmenté avec l'enfoncement du navire, en vertu de la colonne d'eau qui presse sur le piston de distribution Q. Les produits de la combustion sortent de la chaudière par la cheminée K, d'une façon continue, et le combustible, ainsi que le comburant, se trouvent donc toujours introduits dans le foyer à une pression suffisante pour vaincre la résistance de la colonne d'eau qui s'oppose à la sortie des produits de la combustion.

Lorsque la chaudière, préalablement allumée à l'air libre, est en pression et qu'il s'agit d'immerger le bateau et de naviguer sous l'eau, on ferme le trou d'homme et on ouvre la prise d'eau R, qui met le compartiment D en communication avec la mer; si on ouvre ensuite le robinet S, l'air contenu dans le compartiment D sort par le robinet, et le bateau s'enfonce graduellement. Si, une fois immergé, on veut remonter à la surface, on ferme le robinet S et on envoie dans le compartiment D soit de l'air pris dans les réservoirs, soit les gaz de la combustion, et l'eau contenue dans le compartiment D est refoulée et chassée à travers la prise R ; le navire, ainsi allégé, remonte immédiatement à la surface; on peut également, au lieu d'effectuer la manœuvre précédente, fermer la prise R et vider le compartiment D, au moyen de la pompe de cale ou de la pompe de circulation de la machine, qui ont leur aspiration disposée pour cela. En cas d'accident de ces dernières, on peut encore vider le compartiment D, au moyen d'une pompe à bras placée dans la chambre de la machine ; on voit ainsi que l'immersion et l'émersion du navire sont assurées.

Une fois immergé, on met le foyer en communication avec les réservoirs d'air ou d'oxygène ; le foyer se remplit immédiatement de gaz à une pression qui est réglée automatiquement par le détendeur O, et qui est un peu supérieure à la pression correspondante à la profondeur à laquelle on se trouve, si on ouvre le robinet de pétrole et le robinet M, la combustion se

produit alors sous pression, et l'écoulement des produits gazeux qui en résultent se fait d'une façon continue et régulière par le robinet M : il suffit alors d'ouvrir la prise de vapeur de la machine et de mettre le moteur en marche pour que le navire s'avance aussi facilement qu'à la surface.

Pour que le bateau reste toujours à la même profondeur, le gouvernail horizontal H est commandé par un servo-moteur T, qui est lui-même commandé par la tige à crémaillère d'un piston hydrostatique V.

Pour assurer l'air nécessaire à l'intérieur du bateau pendant les périodes d'immersion, une pompe à air est disposée pour aspirer, au moyen d'une manœuvre de robinets, dans le compartiment central ; l'air vicié est ainsi aspiré et expulsé et enfin remplacé par de l'air frais pris dans les réservoirs ; la détente de cet air passe de la pression du réservoir à celle de la chambre des machines qu'on maintient à la pression atmosphérique normale, abaisse la température du milieu respirable et la maintient à un degré convenable.

Sous le parquet sont disposés des bacs qui peuvent recevoir des substances qui absorbent, en cas de besoin, l'acide carbonique et la vapeur d'eau produits par la respiration.

Dans le cas où on voudrait remplacer le pétrole par tout autre combustible solide, charbon, coke, etc., etc., il suffirait alors de placer sur la devanture du foyer une trémie à double porte étanche, comme celle qui permet l'introduction des ouvriers dans les caisses à air comprimé des piles de pont.

Ce bateau, étudié dans son ensemble pour servir à transporter des voyageurs, peut être également disposé pour recevoir un tube lance torpilles.

Waddington (1886)

En 1886 fut lancé à Seacombe, près de Liverpool, le *Waddington*, du nom de son inventeur.

Ce sous-marin, d'aspect pisciforme, a 11^{m},27 de longueur, et son plus grand diamètre est de 1^{m},83.

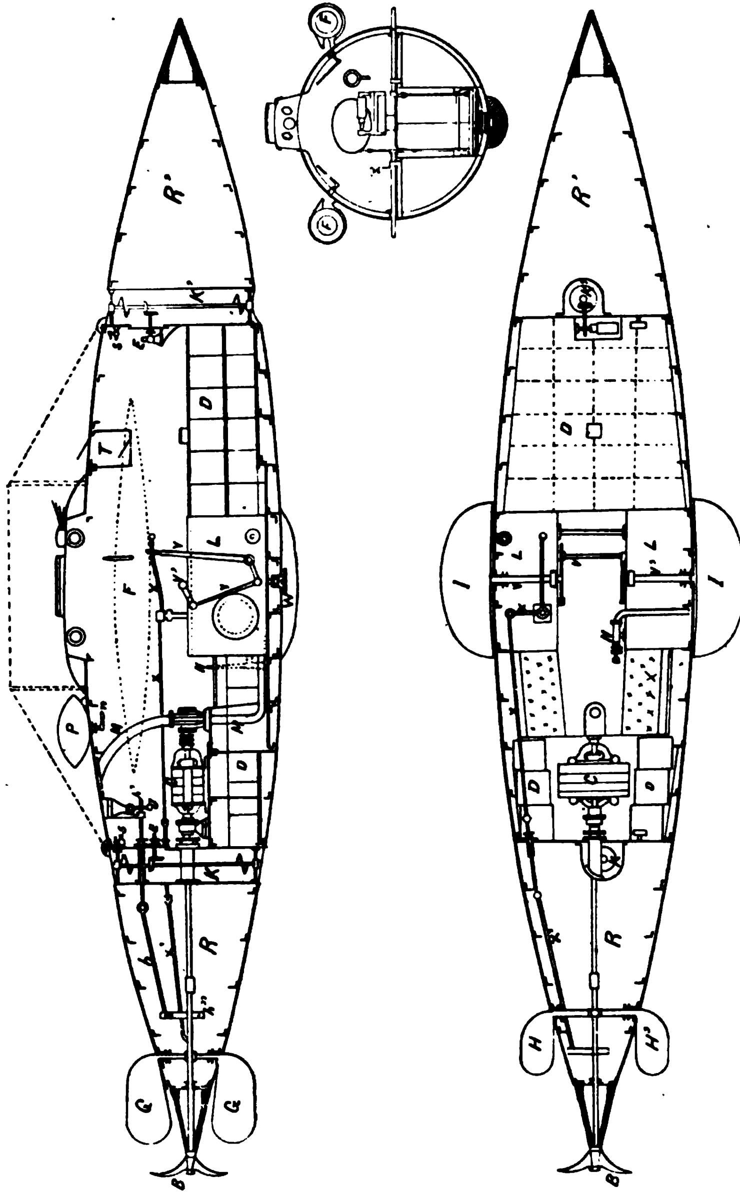


Fig. 153, 154 et 155 (Waddington, 1886).
Longueur, 11m,30; diamètre, 1m,85; propulsion par l'électricité; immersion par hélices verticales fonctionnant dans deux puits; plongée par gouvernail horizontal; construit en acier; armé de torpilles.

Sa coque est construite en tôle d'acier et solidement nervée à l'aide de cornières.

La force motrice en marche, à la surface comme en immersion est fournie par une batterie d'accumulateurs D, de 500 ampères-heure chacun et dont les caisses sont rangées dans la partie inférieure de la chambre centrale. Une dynamo C actionne l'hélice B à la vitesse de 750 tours par minute.

D'après les renseignements publiés dans *le Yacht* et le journal anglais *Industries*, une puissance de 7,96 chevaux électriques, correspondant à un courant de 66 ampères et 90 volts, peut assurer un parcours de 60 milles à pleine vitesse, soit pendant dix heures à raison de 6 nœuds à l'heure, sans qu'on ait besoin de recharger les accumulateurs. En diminuant la vitesse, on pourrait atteindre 100 et même 130 milles.

L'immersion s'obtient par l'emploi d'un lest d'eau dans des réservoirs L, qui peuvent être vidés au moyen d'une pompe rotative M, couplée au moteur électrique.

Dans le cas où un accident viendrait à se produire dans le mécanisme, on a installé une deuxième pompe à main N, qui peut être également couplée au moteur.

La stabilité d'immersion se fait suivant le même principe que celui adopté par M. Nordenfelt, par des hélices de suspension k, k', mais combinées de façon qu'elles puissent servir également pour obtenir la stabilité horizontale du bateau, lorsqu'il n'est pas en mouvement.

Ce dispositif consiste en deux enveloppes tubulaires placées aux deux extrémités et environ à un quart de la longueur du bateau. Dans ces enveloppes sont placées les hélices actionnées par un petit électro-moteur E ; chaque paire d'hélices peut être actionnée séparément pour conserver l'horizontalité du bateau. Un pendule, combiné avec un piston hydrostatique, règle l'électromoteur pour la marche des hélices.

Pour obtenir la plongée aux diverses profondeurs, on se sert d'un gouvernail horizontal double HH', dont les degrés d'amplitude sont réglés également par un petit pendule J et actionné par une petite dynamo J' à inverseur de courant, de façon que

l'oscillation ou l'inclinaison relative du pendule dans un sens ou dans l'autre oblige le moteur à tourner dans le sens indiqué. Sa rotation se communique à un pignon *t* monté sur l'extrémité de la tige de commande *h'* du gouvernail. Cette tige est filetée et vient se visser dans l'axe du pignon, de façon à obtenir un mouvement rectiligne en avant ou en arrière, suivant le sens de rotation du pignon.

Ces efforts se transmettent ensuite au gouvernail par une série de bielles articulées *h*, *h'*.

En marche et lorsqu'on veut faire plonger le bateau, on remplit les réservoirs d'eau et on emploie les plans inclinés I pour le guider dans sa course montante ou descendante. Ces plans inclinés sont manœuvrés à la main de l'intérieur du bateau par une combinaison de leviers et de bielles *v*, *v'*.

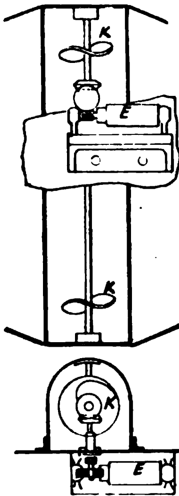


Fig. 157.

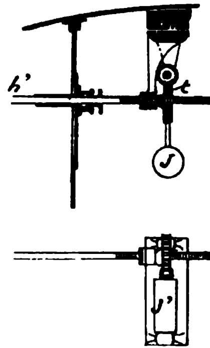


Fig. 156.

Les gouvernails horizontaux ne servent que pour conserver au bateau la stabilité horizontale, lorsqu'on a atteint la profondeur d'immersion désirée.

La direction dans le plan horizontal est donnée par un gouvernail double ordinaire G, commandé par un mouvement à sonnette XX'.

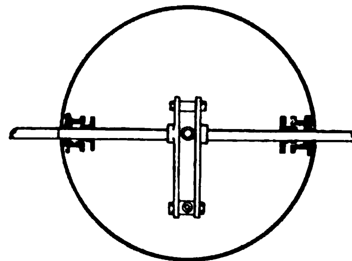


Fig. 158.

L'air nécessaire aux deux hommes d'équipage est emmagasiné dans deux compartiments R, R', formés de cloisons étanches et placés à l'avant et à l'arrière du bateau. Deux manomètres *o*, *o*, indiquent la pression de l'air contenu dans les réservoirs ; deux robinets

s, *s*, sont ménagés dans la paroi pour l'introduction de l'air dans l'intérieur du bateau.

Ces réservoirs servent en outre de récipient pour contenir du lest d'eau, si on le juge nécessaire.

Une guérite conique P, munie de hublots *p*, sert de poste d'observation; cette tour reçoit un sabord parfaitement étanche, lequel forme un dispositif d'entrée et de sortie. Des arcs-boutants, articulés avant et arrière (indiqué en pointillé), permettent de pouvoir se maintenir sur la partie supérieure du bateau pour faire les observations à la surface de la mer.

Une sorte de chambre écluse T permet d'envoyer à la surface de l'eau des dépêches.

La sécurité du bateau est assurée par deux poids amovibles W placés à la partie inférieure et que l'on peut détacher du bateau au moyen d'un levier.

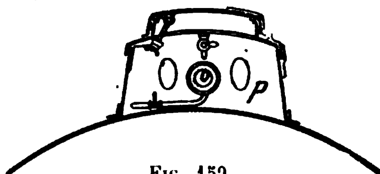


Fig. 159.

Deux torpilles automobiles, placées extérieurement sur des supports rivés à la coque du bateau, peuvent se détacher et être mises en mouvement de l'intérieur par un levier *u*. De plus ce bateau possède une mine sous-marine P, placée à la partie supérieure du bateau et près de la guérite d'observation destinée à être placée sous les œuvres vives d'un navire.

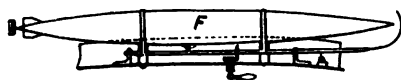
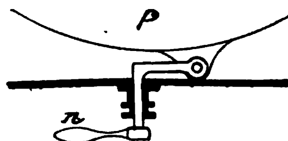
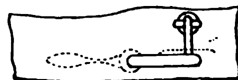


Fig. 160.

Cette torpille est en relation avec un fil électrique et, au moyen d'un commutateur, l'officier peut provoquer le feu lorsqu'il se trouve suffisamment éloigné du navire à torpiller.

Enfin l'éclairage consiste en une forte lampe électrique placée dans la tourelle d'observation.




Fig. 161

A l'Exposition de Liverpool, l'inventeur a obtenu une récompense.

BARON (1886)

Le 18 juin 1886, M. Paul Baron fit breveter un projet de propulsion mixte pour bateaux sous-marins, dans lequel il préconisait l'emploi d'un moteur à hydrocarbures pour naviguer à la surface, et d'un moteur à air comprimé pour naviguer en immersion.

La première application des moteurs à hydrocarbures à la navigation sous-marine semble revenir à M. Holland de Paterson (New-Jersey), l'auteur du *Plunger* et du *Holland*, qui fit construire en 1877, son deuxième bateau sous-marin par les soins de l'Albany City Iron Works, de New-York; l'hélice de ce petit navire était actionnée par un moteur à pétrole de 4 chevaux. En 1879, le troisième sous-marin de M. Holland était pourvu d'un moteur à pétrole de 15 chevaux, système Brayton. M. Holland fut suivi dans cette voie par George-William Garrett en 1878; par Genoud, le 23 juillet 1881, par Emile Flais, le 6 novembre 1885, et par Paul Baron, le 18 juin 1886.

MM. Garrett et Flais ont déposé, à l'appui de leurs demandes, des dessins montrant les dispositions particulières de leurs bateaux sous-marins, le mode de propulsion, d'immersion, et la forme de la coque; MM. Genoud et Baron se sont contentés de déposer un texte développant leurs projets dans lesquels les moteurs sont indéterminés, et la forme du bateau, quelconque; il n'est fait aucune mention des moyens d'immersion, de stabilité, de direction. Ces inventeurs se bornent à l'indication de la nature des moteurs employés à la propulsion. M. Baron a suivi également la voie tracée, vingt-trois ans plus tôt, par l'Américain Alstitt qui, en 1863, construisit à Mobile un bateau sous-marin à propulsion mixte; un moteur à combustion fournissait la marche à la surface, et un moteur électrique actionnait l'hélice lorsque le bateau était immergé.

En 1886, M. Baron, ignorant sans doute les travaux de ses devanciers, présenta comme une nouveauté son projet de propulsion mixte à l'amiral Aube, qui l'accueillit avec toute la

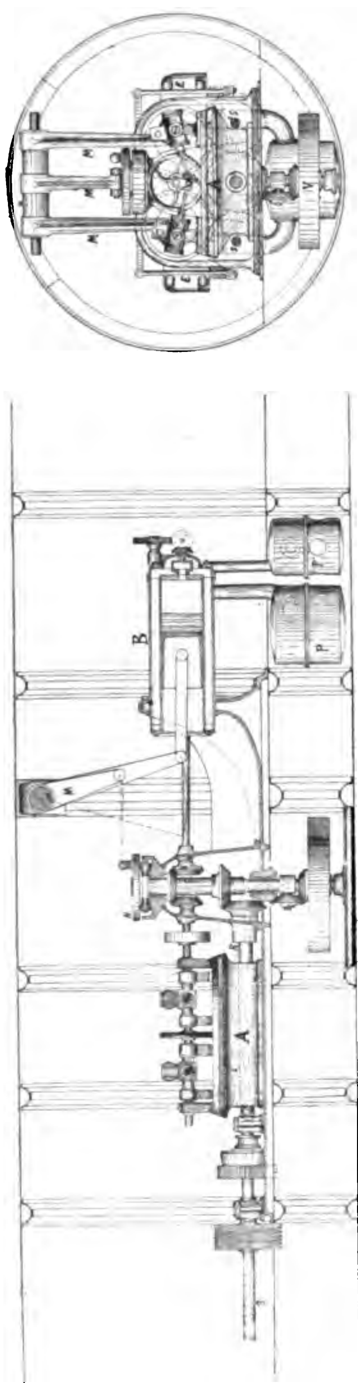


FIG. 162 et 163. — Projet de moteurs, par M. Abel Boisseau.

Légende. — A, moteur à air comprimé ; B, moteur à pétrole ; E, tiroirs du moteur à pétrole ; M, leviers du moteur à pétrole ; P, boîtes à silence ; V, volant du moteur à pétrole ; S, arbre de couche.

bienveillante sympathie qui caractérisait ce Ministre de la Marine, pour tout ce qui touchait au perfectionnement de nos moyens de défense maritime ; le moment était des plus favorables à l'adoption d'un projet de ce genre ; mais malheureusement l'inventeur n'apportait qu'un mémoire dans lequel il préconisait l'emploi des moteurs à hydrocarbures, pour la navigation à la surface et l'emploi des moteurs à air comprimé pour la marche en immersion, sans aucun dessin exquissant même la forme extérieure des moteurs, ni de l'ensemble de l'accouplement. Dans ces conditions et malgré l'excellente disposition du Ministre de la Marine, le projet ne put être exécuté.

Ce n'est que plus tard que M. Baron demanda à M. Abel Boisseau d'étudier un projet, comportant un moteur à pétrole et un moteur à air comprimé, pour actionner alternativement un arbre

porte-hélice. Voici du reste la description de ce projet :

La coque est cylindrique, de 3 mètres de diamètre; la forme longitudinale et la longueur sont indéterminées; l'auteur s'est renfermé dans l'étude d'un moteur à pétrole à deux cylindres de la force de 60 chevaux et d'un moteur à air comprimé, actionnant alternativement l'hélice par l'intermédiaire d'embrayages à friction.

Le moteur à pétrole, étudié par M. Abel Boisseau, présente deux points caractéristiques : 1° le mode de transmission du travail, entre les pistons et l'arbre moteur, par trois leviers dont le point d'articulation est fixé à la partie supérieure de la coque; 2° le volant accéléré, dont la vitesse angulaire est double de celle de l'arbre moteur.

M. Baron, par plusieurs certificats d'addition, a revendiqué l'application des moteurs à hydrocarbures à la navigation en générale (?) et, en 1895, l'emploi du carbure de calcium solide pour produire l'acétylène, appliqué aux sous-marins.

En 1891, M. Baron ayant sollicité le concours de M. F. Forest, ce dernier fit un projet dans lequel il apporta plusieurs appareils de son invention, tels que : moteurs, appareils automatiques de stabilité, d'immersion, de direction, niveau à mercure, manomètre automatique, embrayages, changement de marche, etc., et dont il fit lui-même breveter les moyens d'application.

Nous verrons plus loin et par ordre chronologique ce projet ainsi que plusieurs du même auteur.

G.-W. Hovgaard (1887)

M. Hovgaard, lieutenant de la Marine suédoise, a établi un projet de bateau sous-marin autonome, qu'il a décrit assez longuement dans un ouvrage paru à Londres en 1887, et intitulé *Submarine Boats* (*fig.* 164).

L'auteur emploie la vapeur pour la marche à la surface, et l'électricité pour la marche sous-marine.

La forme adoptée doit amener une plus grande résistance et

un faible tirant d'eau. L'auteur reconnaît du reste que cette forme est défectueuse pour la marche à la surface; mais il considère néanmoins qu'elle est de toute nécessité pour obtenir un espace suffisant pour les besoins du service du bord.

La plongée s'obtient par deux hélices placées au milieu du bateau. Des gouvernails horizontaux assurent la stabilité longitudinale.

L'armement se compose de cinq tubes lance-torpilles, trois à l'avant et un de chaque côté.

La superstructure est établie pour contenir les cheminées à télescope et un bateau détachable. Dans le bas se trouvent un grand réservoir à eau pour lester le bateau et des quilles massives détachables, qui le supportent lorsqu'il est échoué au fond de l'eau.

Donnons, à titre de renseignement, les poids des principaux organes de ce projet.

Coque	410	tonnes
Machinerie	200	—
Charbon	40	—
Accumulateurs et appareils électriques	60	—
Lests d'eau	20	—
Lests détachables	60	—
Provisions et aménagement	50	—
Total	740	tonnes

L'auteur estime que son bateau est construit de façon à pouvoir atteindre une profondeur de 90 mètres, soit une pression d'environ 9 kilogrammes par centimètre carré.

Les tôles de fond ont une épaisseur de 37 millimètres, qui constitue presque une armature.

L'avant est une pièce d'acier coulé, et l'épaisseur des tôles est de 50 millimètres.

L'arrière porte l'hélice, les gouvernails horizontaux et verticaux.

Pour un déplacement de 7 à 800 tonnes, l'auteur indique comme nécessaire une longueur de 42 mètres. Il insiste beaucoup sur la stabilité en hauteur et donne du reste à son bateau

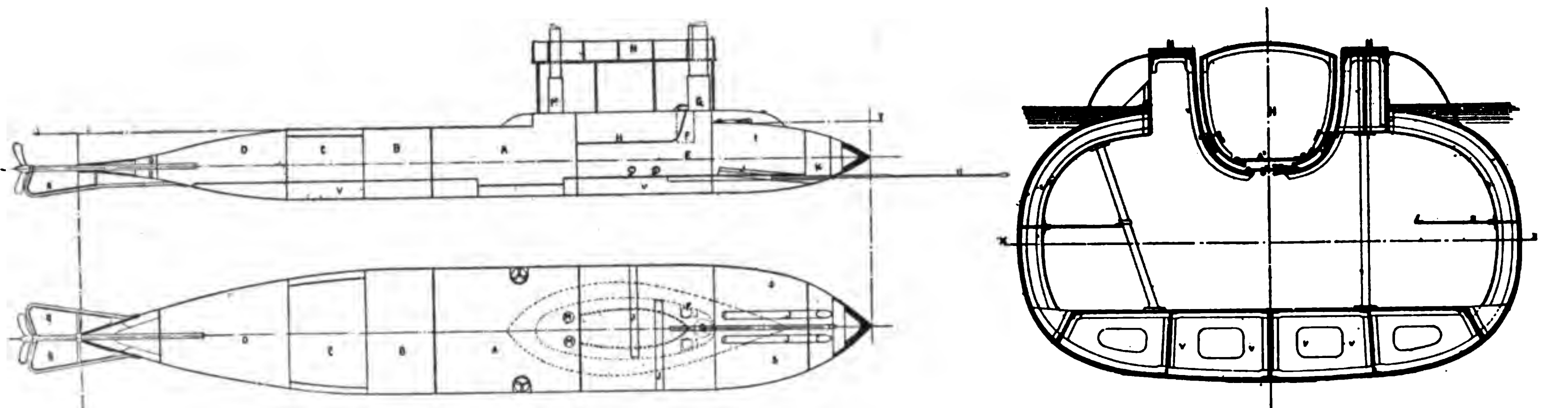


Fig. 164, 165 et 166 (G.-W. Hovgaard,1887)[1]

A, chaudières et charbon. — A'B', Panneaux de fermeture ordinairement ouverts, mais qui peuvent être fermés hermétiquement quand l'équipage a pénétré dans l'intérieur du canot détachable H et désire monter à la surface. Le canot détachable fait joint étanche sur le sous-marin par ses attaches. — B, chambre de machine. — C, accumulateurs. — D, moteur électrique. — E, timonerie. — F, tourelle d'observation. — G, ventilateur. — H, canot de sauvetage. — I, compartiment des torpilles. — J, tube lance-torpille Whitehead. — K, O, réservoirs de stabilité longitudinale. — M, cheminée. — N, plateforme. — P, gouvernail vertical. — Q, gouvernail horizontal. — S, réservoir d'air. — U, esparre porte-torpilles. — V, water ballast. — X, X, centre carène et métacentre (complètement submergé). — Z, tendeurs On voit dans la vue plan, compartiment A, les deux hélices d'immersion.

Dimensions principales : longueur, $42^{m},70$; largeur, $6^{m},70$; hauteur, $3^{m},65$.

[1] Hovgaard, *Submarine boats*.

la forme générale des poissons, soit un corps assez gros à l'avant et diminuant vers l'arrière. Les gouvernails horizontaux sont larges et analogues à la queue des poissons.

Le poids variable est fixé à 60 tonnes, dont 20 tonnes en quilles détachables, 20 tonnes pour les réservoirs extrêmes, destinés à rétablir les différences de poids résultant de la consommation du charbon.

Il reste donc 20 tonnes disponibles réparties ainsi : 17 sont appliquées à déterminer l'immersion de la superstructure. Le reste sert de réserve.

La machine à vapeur peut indiquer 2.800 chevaux pendant dix-huit où dix-neuf heures, soit un parcours de 250 nœuds avec une vitesse de 15 à 16 nœuds. A 10 nœuds, le bateau pourra faire 900 nœuds, soit 1.665 kilomètres. Les machines électriques donneront 800 chevaux pendant six heures à la vitesse de 7 nœuds, soit une distance franchissable de 42 nœuds.

Les chaudières sont du type torpilleur de 700 chevaux chaque. Elles sont séparées les unes des autres de façon à posséder chacune ses appareils accessoires propres, ventilateurs ou autres mécanismes employés pour le tirage forcé.

L'auteur n'indique pas la nature des accumulateurs. Les moteurs électriques sont placés sur le même arbre.

On trouve aussi dans ce projet un nombre considérable de pompes à main et une puissante pompe à vapeur indépendante de la machine ainsi que plusieurs injecteurs Heilmann. La pompe de circulation doit avoir aussi une prise d'eau dans la cale. En outre, le même jeu doit être double pour des pompes mues par l'électricité, les pompes à vapeur ne pouvant être employées qu'à la surface.

Les gouvernails horizontaux destinés à maintenir l'équilibre sont automatiques et reliés à un moteur électrique actionné par un pendule. Dans le cas où l'équilibre serait détruit par une cause permanente, telle qu'un déplacement de masses lourdes, une pompe électrique enverrait de l'eau dans un des réservoirs des extrémités pour rétablir l'équilibre permanent.

Les hélices destinées à assurer la plongée du navire peuvent être réglées automatiquement pour une profondeur donnée; mais il faut prévoir que ce réglage doit être modifié suivant les circonstances; par exemple, si le navire pénètre dans de l'eau moins salée, ce qui donnerait, dans ce cas, une différence de 12 tonnes.

Au point de vue de l'orientation sous l'eau M. Hovgaard la considère comme semblable à celle qui a lieu par un temps de brouillard très épais; à cet effet, il emploie une boussole avec des compensateurs pour les attractions locales, ainsi qu'un indicateur de vitesse inventé par le capitaine Ruy, de Copenhague.

Pendant la marche à la surface, une passerelle mobile peut être élevée à 12 pieds au-dessus de l'eau (4^m,80).

L'habitabilité est assurée par une provision d'air comprimé à 70 atmosphères, aussi bien pour l'équipage que pour le lancement des torpilles. L'auteur indique toutefois la possibilité de se servir de moyens chimiques pour assurer la respiration des hommes (douze hommes environ).

Le bateau de sauvetage est établi suivant les mêmes principes que celui du *Plongeur* de l'amiral Bourgois.

M. Hovgaard termine en disant que les grandes dimensions de son projet lui paraissent nécessaires pour résoudre le problème de la navigation sous-marine, mais qu'en réalité il a été plutôt établi dans le but de donner quelques idées concernant cette intéressante question.

Quant au prix de revient, l'auteur estime qu'il faudrait compter sur une somme de 2.250.000 francs, y compris les essais préliminaires, qui, selon lui, seraient inévitables.

Le *Peral* (1887)

Le *Peral*, du nom de son inventeur, Don Isaac Peral, lieutenant espagnol, à qui, en récompense de son travail, le Gouvernement espagnol a conféré les titres de noblesse et une indemnité de 500.000 francs, a été construit dans l'arsenal de Caraca, et lancé le 23 octobre 1887.

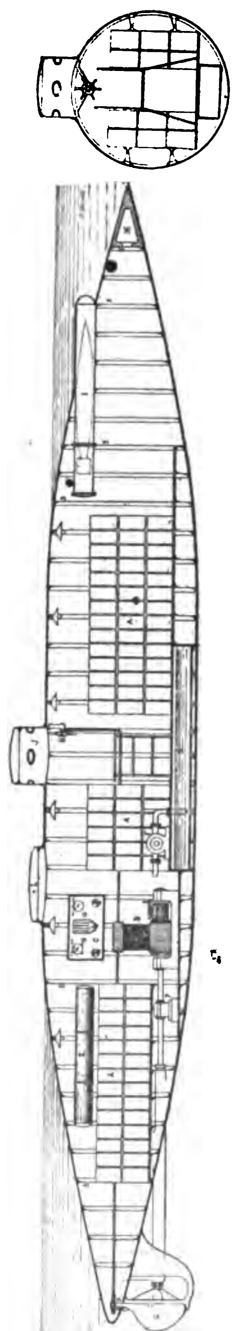


Fig. 167 et 168 (Peral, 1889).
Longueur, 22 mètres; diamètre, 2m,27; tonnage, 87 tonneaux; propulsion par électromoteur; immersion par introduction d'eau; tube lance-torpilles et éperon.

Comme tous les sous-marins appartenant à l'Etat, le *Peral* jouit en Espagne d'une popularité analogue au *Gustave-Zédé* chez nous; d'aucuns prétendent que les résultats obtenus par ce fameux *bateau-poisson* ont été amplifiés par le Gouvernement pour donner satisfaction à l'opinion publique; car, après chaque sortie, il était obligé de se faire remorquer au port le plus proche pour réparer ses avaries, et que si, réellement, il avait pu donner des résultats pratiques, c'était le cas de le mettre à l'épreuve, lors de la récente guerre hispano-américaine.

Nous trouvons ce pessimisme un peu exagéré, de la part de personnes soi-disant compétentes en matière de navigation sous-marine, que d'exiger d'un sous-marin purement électrique la traversée de l'Atlantique pour torpiller l'escadre américaine en vue de Santiago-de-Cuba.

Le secret le plus absolu (?) ayant été gardé sur l'organisation intérieure du *Peral*, nous nous contenterons d'en donner simplement les principales caractéristiques : Il mesure 22 mètres de longueur sur 2m,87, sa plus grande largeur cale 1m,90, lorsqu'il flotte à la surface, et déplace 87 tonnes. Il est propulsé par deux hélices actionnées par deux moteurs électriques de la force de 30 chevaux chacun; trois autres moteurs de

5 chevaux chacun servent à la manœuvre des pompes d'immersion, des hélices de sustentation nécessaires pour maintenir le bateau à sa profondeur d'immersion et, en un mot, pour tous les services du bord; tous ces moteurs sont alimentés par 600 accumulateurs.

La provision d'air nécessaire à l'équipage est contenue dans des réservoirs et permet de rester immergé pendant... deux jours (?) sans avoir besoin de renouveler la provision d'air. Son armement se compose d'un tube lance-torpilles, d'un éperon et d'une puissante lampe électrique pour s'éclairer au fond de la mer. A l'encontre de ces nombreux congénères, ce bateau s'immerge et s'émerge suivant le même plan vertical.

Le 25 décembre 1889, le *Peral* a fait à Cadix des essais officiels. Voici, du reste, la dépêche qu'adressa à cette époque, au Ministre, le commandant de la marine :

« Le *Peral* est sorti ce matin à neuf heures de l'arsenal de la Carrache, a traversé la baie sans incident, se dirigeant vers Rota. Arrivé devant cette place, il a fermé sa porte, rempli ses compartiments, réglé ses conditions de submersion, et a plongé à une profondeur de 9 mètres, naviguant au sud-ouest pendant plus de seize minutes. Il est revenu à la surface sans s'arrêter. Peu après il a plongé une deuxième fois, parvenant à se maintenir, pendant la marche, à la profondeur qui lui avait été fixée, sans variations plus grandes que 2 ou 3 décimètres. Cette seconde course a duré vingt minutes. Il a ensuite parcouru la baie, puis est rentré à Cadix vers quatre heures du soir. »

D'après le lieutenant Peral, on estime que le bateau aurait fait un voyage de 4 milles sous l'eau.

Le 28 juin 1890, il faisait une deuxième expérience pour faire le simulacre d'une attaque, la nuit, contre le croiseur *Colon* qui, malgré ses puissants projecteurs électriques, ne put distinguer le *Peral*, qui était arrivé sans encombres à 10 mètres de lui pour lui lancer sa torpille. C'est, paraît-il, ce succès qui valut à l'inventeur les récompenses que nous avons énumérées précédemment.

NORDENFELT (1887)[1]

Peu de temps après que la Grèce eut acheté son premier bateau sous-marin, la Turquie commanda deux nouveaux sous-marins à M. Nordenfelt. Ce n'est que vers le commencement de l'année 1887 que ces bateaux furent expérimentés à Constantinople.

Ces bateaux mesurent 33 mètres de longueur et 4 mètres de diamètre ; leur déplacement est de 160 tonnes; la vitesse mesurée a été de 12 nœuds; ces bateaux peuvent parcourir 160 kilomètres sans faire de charbon; la profondeur à laquelle ils peuvent s'immerger en toute sécurité est de 15 mètres.

Les machines sont compound type marin, condenseur à surface; à une pression d'environ 7 kilogrammes par centimètre carré, elles développent 250 chevaux-vapeur.

La chaudière, type ordinaire de la marine, est à retour de flamme; elle est à double foyer et possède une surface de chauffe d'environ 70 mètres carrés.

Cette chaudière a été calculée pour résister à une pression de 11 kilogrammes par centimètre carré.

Deux torpilles de $4^{m},50$ de longueur sont attachées au flanc du bateau et lancées mécaniquement.

L'appareil d'immersion se compose de deux hélices à axe vertical, commandées par deux machines de 6 chevaux-vapeur. Deux réservoirs d'eau froide, placés à chaque extrémité du bateau et contenant chacun 15 tonnes d'eau, servent à régler l'immersion et à équilibrer le bateau.

Un réservoir de 7 tonnes est placé au centre, s'il y a lieu, pour régler seul l'immersion. Le bateau porte 8 tonnes de charbon, et l'équipage se compose de six hommes. Avec ses soutes seules remplies de charbon, ce bateau peut tenir la mer au moins pendant cinq jours.

Le dernier bateau de M. Nordenfelt a été construit par la *Barrow Phipbuilding C°* ; les machines sont de MM. Plenty et

[1] Traduit de l'anglais. Howgaard, *Bateaux Sous-Marins*.

fils, de Newbury. L'étude du bateau proprement dit a été faite par M. Garrett.

Ses principales dimensions sont :

Longueur.............	37m,50
Diamètre..............	3m,60
Déplacement complètement immergé.......	230 tonnes
Déplacement à flot....	160 —

Les machines sont spécialement étudiées pour utiliser la vapeur à différentes pressions et donnent 500 chevaux ; la vapeur fournie est à 11 kilogrammes ; dans ces conditions, le bateau est garanti pour atteindre une vitesse de 15 nœuds.

Sous l'eau, sa vitesse est de 5 nœuds.

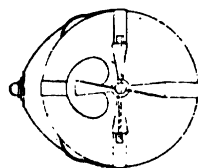
Plusieurs machines auxiliaires sont installées pour la timonerie, les pompes, etc.

L'équipage est de neuf hommes, tout compris.

Sa hauteur métacentrique est de 10 centimètres.

Ce bateau porte 35 tonnes d'eau dans ses réservoirs et 27 tonnes dans les chaudières.

On présumait que ces dernières pouvaient emmagasiner une quantité de chaleur suffisante pour fournir un parcours de 20 nœuds sous l'eau. Les



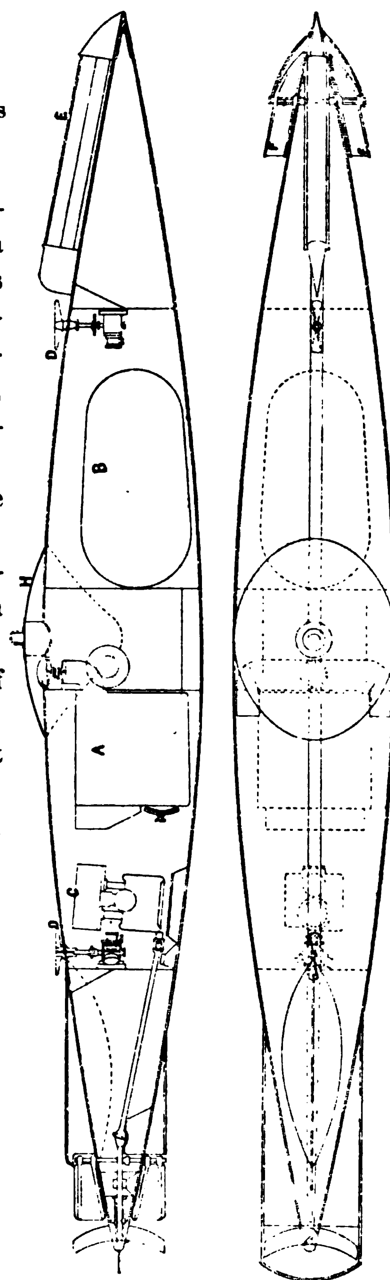


Fig. 169, 170 et 171 (Nordenfelt, 1887).

chaudières peuvent être vidées en moins de cinq minutes.

Les soutes contiennent 8 tonnes de charbon qui, à une vitesse de 8 à 9 nœuds, donnent un parcours de 1.000 nœuds au bateau. On peut, à l'occasion, emmagasiner 20 tonnes supplémentaires de charbon dans les réservoirs d'eau.

Deux hélices horizontales, une à l'avant, l'autre à l'arrière, maintiennent le bateau submergé, neutralisant sa force ascentionnelle de 250 kilogrammes environ.

Il y a quatre gouvernails horizontaux, deux à l'avant, deux à l'arrière. Les observations à la surface se font au moyen de deux guérites en acier de $0^m,76$ de diamètre et 25 millimètres d'épaisseur.

L'armement consiste en deux tubes lance-torpilles à l'avant et de deux canons Nordenfelt.

Les tôles de fond du bateau ont 12 millimètres d'épaisseur, tandis que la partie supérieure est de 25 millimètres.

A la fin de mai 1887, un premier essai eut lieu à Southampton-Waser, en présence de plusieurs notabilités Le bateau, fermé hermétiquement, fit une course à la surface de l'eau, à une vitesse de 5 nœuds environ. Il était presque invisible à quelques centaines de mètres, étant recouvert d'une couche de teinte neutre. Ensuite le sous-marin alluma ses feux et, sous une pression de 7 kilogrammes environ, gouverna vers Calshot Castle, accomplissant le parcours aller et retour, à une vitesse de 14 à 15 nœuds.

LECAUDEY JEUNE (1887)

M. Lecaudey a établi un projet de bateau sous-marin de sauvetage dont les dimensions sont de 19 mètres de long sur 5 mètres de large.

Son étambot, dit l'inventeur, sur lequel sont établis les gouvernails verticaux, décrit une pente de 40 centimètres sur des proportions de 20 mètres de longueur pour permettre d'établir en dedans la drosse sur la tête du gouvernail sans gêner le fonctionnement de l'arbre du gouvernail horizontal.

L'immersion s'obtient par l'introduction d'un lest d'eau dans

un réservoir d'un volume assez grand pour obtenir la submersion totale du bateau.

On produit le vide dans le réservoir par le jeu d'une pompe aspirante et foulante, ou bien encore au moment où le bateau revient sur l'eau, pourvu toutefois que le gouvernail soit maintenu dans le sens de la montée. Dans le cas où le bateau par sa surcharge viendrait à ne pas remonter à la surface, l'impulsion de sa marche aidée de ses allonges lui donnerait une pression sur ses côtés et le renverrait à la surface sans aucune difficulté. Ses allonges doivent être de $0^m,50$ au plus de largeur, pour un bateau de 20 mètres, partant de l'AV à zéro et se terminant à zéro sur l'AR. Ces allonges, d'après l'inventeur, sont de première importance pour la stabilité et l'équilibre des bateaux sous-marins.

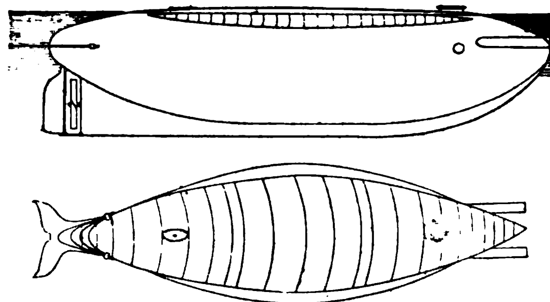


Fig. 172 et 173 (Lecaudey, 1887).
Longueur, 19 mètres; diamètre, 5 mètres; propulsion par hélice et moteur indéterminé, plongée par gouvernail horizontal.

L'intérieur du bateau contient :

1° La chambre de la machine électrique actionnée par des accumulateurs pour faire fonctionner une hélice à quatre branches;

2° Un couloir au centre pour communiquer de l'AV à l'AR;

3° Sur l'AV des chambres sont disposées pour le lancement des torpilles, à côté un escalier permettant au commandant de monter à l'observatoire, au pied de cet escalier un tube-soupape pour se débarrasser du lest;

4° A tribord et à babord, des chambres à air sont disposées pour renouveler l'atmosphère et maintenir la pression de l'intérieur;

5° Deux hublots en verre de dimensions assez grandes permettent de distinguer à une certaine distance.

D'après un journal de la localité, *le Bonhomme Normand*, du 18 novembre 1886, dit que l'inventeur a fait sur le canal de Caen des expériences avec un petit modèle de 1 mètre de longueur, qui, paraît-il, ont donné pleinement satisfaction à l'inventeur. Ce bateau a été, du reste, exposé pendant longtemps à la disposition des intéressés chez M. Chave, fondateur de Sociétés, à Paris.

Noury père et fils (1887)[1]

Le Bulletin technologique d'avril 1887 nous donne la description d'un projet de canot à vapeur monté par deux hommes, destiné à servir de torpilleur, d'éclaireur ou d'explorateur sous-marin, imaginé par MM. Noury, père et fils.

Nous allons en analyser les diverses caractéristiques d'après la description qu'en a faite un de nos amis, M. Bruant, lieutenant de vaisseau en retraite.

Ce canot sous-marin (*fig.* 174) consiste en une coque solide, creuse, de forme allongée, fusiforme, se rapprochant autant que possible de celle des poissons rapides.

Cette coque, hermétiquement fermée, dans l'état de submersion (sauf quelques ouvertures d'évacuation indispensable, closes du reste par des soupapes), est lestée de façon à ce que, munie de tous ses agrès, approvisionnements, machine, personnel, etc., son poids au départ soit toujours de un soixantième à un quatre-vingtième plus léger que celui de l'eau qu'elle déplace en submersion complète.

Le mouvement dans le sens longitudinal lui est imprimé par un ou plusieurs propulseurs hélicoïdaux placés à l'arrière.

La direction dans le sens horizontal lui est donnée par un gouvernail de forme ordinaire, placé tout à l'arrière, au-delà des propulseurs.

Ce gouvernail peut être manœuvré à volonté, soit à la main,

[1] *Bulletin technologique*, avril 1887.

soit automatiquement, de façon à imprimer au bateau une direction rectiligne, suivant une orientation quelconque du compas, que l'on peut changer instantanément.

Cette direction est donnée par une boussole spéciale à alidade mobile, soigneusement compensée et qui, à chaque écart accidentel de direction sur le cap choisi, agit par un courant électrique sur la fourche de débrayage d'un appareil à friction, analogue à celui que nous allons décrire pour la régularisation de la profondeur. — Cet appareil, véritable gouverneur automatique, est mû par

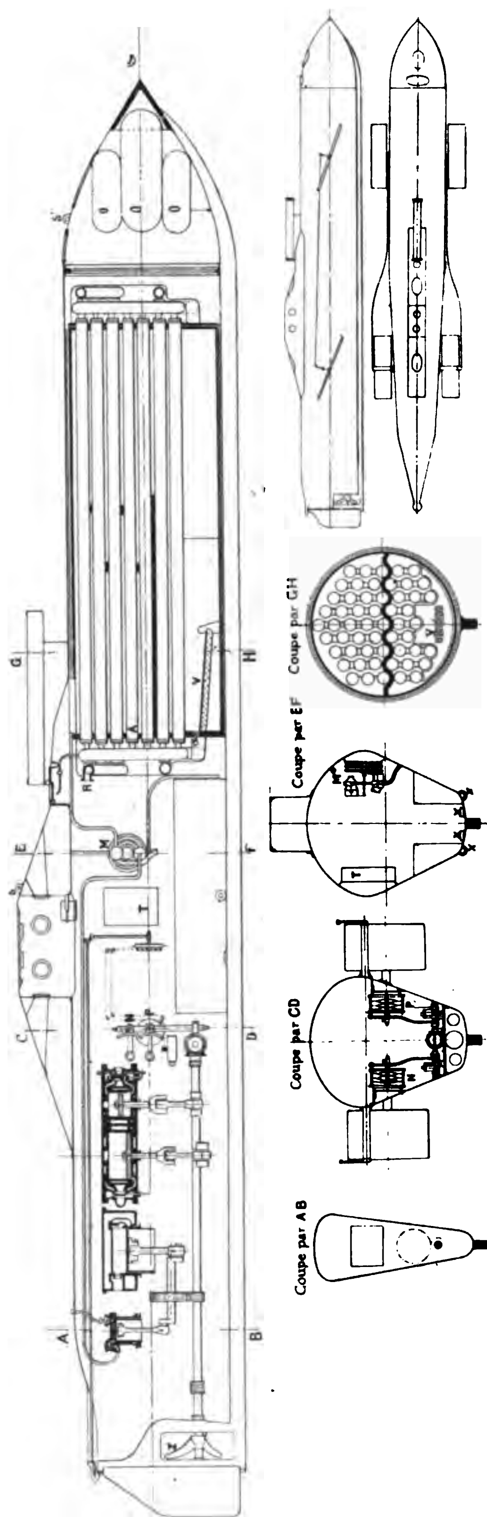


Fig. 174 à 180 (MM. Noury père et fils, 1887).
Légende : A, chaudière; M, pompe; N, P, appareil réglant la plongée; O, O, B, réservoirs d'air comprimé; V, grille du foyer; Z, hélice.

la machine, met la barre à tribord ou à babord à chaque embardée avec une extrême sensibilité, mieux que ne pourrait le faire le timonier le plus habile. — Cet appareil a, du reste, été expérimenté en 1882 avec le plus grand succès, à bord du canot à vapeur du croiseur grec *Miaoulis*, dans la rade de Phalère, en présence de M. *Jéhenne*, ancien lieutenant de vaisseau.

La direction dans le sens vertical, c'est-à-dire la régularisation de sa profondeur de submersion, est produite par deux paires de plans directeurs, placés l'un vers l'avant, l'autre vers l'arrière.

Chaque paire de plans directeurs latéraux est montée sur un même axe horizontal passant par le centre de la coque et perpendiculaire à l'axe du bateau.

Il est bien entendu que chaque paire de plans est composée d'un plan à tribord et d'un plan à babord.

En marche normale, l'inclinaison de chaque paire de plans est réglée automatiquement et individuellement par un appareil mécanique et dont l'effet est tel que l'axe de chaque paire de plans est forcé de rester à la profondeur voulue par le capitaine; d'où il résulte une horizontalité constante du bateau dans sa marche. Sans entrer dans des détails par trop longs, disons que, pour chaque paire de plans, l'inclinaison voulue est obtenue à tout instant par la position d'un piston à ressort, recevant la pression hydrostatique extérieure correspondant sur l'arbre des plans.

Produisant son action sur une fourche de débrayage qui fait marcher dans un sens ou dans un autre l'arbre des plans par le moyen d'un double appareil à friction (cônes femelles marchant en sens inverse l'un de l'autre par le moyen de la machine), il force l'axe de chaque paire de plans à rester à la profondeur choisie par le commandant.

Il n'y a donc rien de plus facile, pour cet officier, que de maintenir la position horizontale du bateau à tous les mouvements de la submersion.

Des expériences nombreuses de régularisation de profondeur

ont été faites avec succès sur un modèle en petit ayant $1^m,20$ de long et $0^m,20$ de diamètre maximum.

Dans ce projet de canot sous-marin, la force motrice qui doit l'actionner pendant sa submersion lui est fournie par un grand réservoir, rempli, au moment de l'enfoncement, de 2 mètres cubes d'eau surchauffée à 266°, soit 50 atmosphères nominales.

Dans ce réservoir ou chaudière tubulaire d'un genre spécial, l'eau logée à l'intérieur des tubes a été amenée à la température convenable, pendant que le bateau marchait à la surface, avec ses plans directeurs horizontaux; ou bien au repos avant le départ, à l'aide d'un foyer au pétrole activé par un souffleur agissant dans une cheminée que l'on baisse au moment de la submersion et dont on ferme alors, de l'intérieur, l'ouverture à l'aide d'un panneau étanche.

M. Bruant estime, d'après ses calculs, que ce bateau peut parcourir à faible vitesse près de 70 kilomètres sous l'eau pour des recherches ou des travaux sous-marins.

Aération. — *Mode de ventilation employé pour régulariser la pression de l'air dans le canot.* — Sur l'avant du bateau se trouvent des réservoirs d'air comprimé préalablement par les moyens du bord.

Ces réservoirs en acier doux contiennent ensemble 450 litres d'air à la pression de 50 atmosphères, représentant au moins $22^{m3},50$ à la pression de 75 centimètres de mercure.

Or on sait qu'un renouvellement de 6 mètres cubes par homme et par heure est complètement suffisant, quand on extrait l'air vicié.

Il y aura donc pour à peu près deux heures d'air pur pour nos deux hommes, sans compter l'air introduit avec eux au commencement de la submersion (8 mètres cubes).

Reste à réglementer la pression intérieure et à extraire l'air vicié.

Dans l'intérieur du canot se trouve, à tribord, un très grand anéroïde de 40 centimètres de diamètre, vide d'air et dont l'élasticité des parois est réglée de telle façon que, pour chaque centimètre de pression ajoutée à celle existante, le centre de

l'anéroïde rentre de 1 millimètre, et *vice versa*. De sorte que, pour une variation de pression de 10 centimètres de mercure, la course de l'anéroïde sera de 10 millimètres.

L'axe anéroïde est horizontal et perpendiculaire à celui du bateau. — Cet axe porte une tige munie de deux anneaux mobiles à volonté dont nous expliquerons le rôle plus tard.

En outre, la machine à vapeur met en mouvement une pompe à air à quatre corps (dans le dessin nous l'avons représentée avec un seul corps pour ne pas compliquer outre mesure le tracé), aspirant toujours l'air au fond du canot.

Cette pompe a deux buts : quand le bateau est à la surface, panneaux ouverts, elle peut servir à remplir les réservoirs d'air comprimé. Quand le bateau est en submersion, elle concourt à la ventilation ; la tuyauterie est disposée en conséquence.

Nous avons dit plus haut que l'anéroïde porte une tige horizontale munie de deux anneaux dont on peut régler la position à volonté.

L'un de ces anneaux, quand la pression baisse à l'intérieur du canot, ouvre une soupape équilibrée communiquant avec les réservoirs d'air comprimé, tandis que l'autre anneau laisse se refermer une autre soupape semblable, laquelle établissait la communication entre le bas du canot et l'aspiration de la pompe à air.

Dans le cas où la pression monte dans le bateau, c'est l'opération inverse qui se produit automatiquement.

Comme il n'y a aucune communication *directe* entre l'intérieur du bateau et la mer, on voit que la pression résultant de la submersion ne peut avoir aucune influence sur celle de l'atmosphère intérieure.

C'est l'anéroïde qui règle tout.

Les dimensions de la pompe à air, c'est-à-dire diamètre et course du grand piston, sont telles qu'avec la plus petite vitesse de la machine, elle peut extraire du bateau un volume d'air légèrement supérieur à celui qui est nécessaire pour le renouvellement continu.

Soit $3^{lit},50$ par seconde au lieu de $3^{lit},33$.

LÉGENDE ET DÉTAILS TECHNIQUES

(*Figure* 174)

DÉPLACEMENT DU CANOT

Partie cylindrique..............................	volume =	6^{mc},950
Cône à génératrice courbe d'avant...............	—	1 ,020
Portion effilée d'arrière.........................	—	6 ,800
Rouffe et détails................................	—	0 ,550
TOTAL..........		15^{mc},320

correspondant, *à la mer*, à un déplacement de : $15{,}320 \times 1{,}026 = 15^{T}{,}70$

POIDS DU CANOT

Chaudière

	Kilogr.
220 mètres courants de tubes d'acier pesant 9^{kg},40 par mètre (165 millimètres extérieur, 4 millimètres épaisseur)............	2068
19^{m},50 de collecteurs en bronze au manganèse, pesant 62 kilogrammes par mètre..	233
122 tubulures et brides filetées, à 2 kilogrammes l'une...........	244
Enveloppe du fourneau : 14^{m2},80 de tôle d'acier de 5 millimètres.	575
Pinces et rivets, 10 0/0............	58
Plaques tubulaires de 10 millimètres acier......................	112
Grille..	50
Accessoires divers, cornières, armatures.........................	85
Enveloppe isolante..	420
Entretoises et supports des tubes...............................	200
TOTAL DE LA CHAUDIÈRE.............	4.045

	Kilogr.
Estimant le poids de deux hommes, pétrole, réservoir, piles, accumulateurs, graisse, air comprimé, etc., etc.....................	400
Pouvoir ascensionnel : 1,70 de tonnage..........................	224
TOTAL...............	624

Retranchant ces 624 kilogrammes des 2.286 kilogrammes ci-dessus, il reste un déficit de 166 kilogrammes qui peuvent être constitués soit par un lest en lingots de plomb emmagasinés dans les réservoirs du milieu du bateau, soit par un renforcement des armatures.

RECHERCHE DU POINT D'APPLICATION DES FACES PARALLÈLES SUPPORTANT LE CANOT

En longueur : Plan des moments vertical, perpendiculaire à l'axe et passant par la pointe de l'éperon :

	Poussée verticale	Bras de levier	Moments
Cône d'avant	1.020 × 1,026 = 1.040	1,38	1.445
Partie cylindrique	6.950 × 1,026 = 7.100	4,07	28.900
Arrière et rouffe	7.350 × 1,026 = 7.520	8,24	62.000
	15.666	Moment total.	92.345

Distance du centre d'application au plan des moments : $\frac{92.345}{15.666} = 5^m,88.$

En hauteur : plan du moment horizontal passant par le bas de la quille :

	Poussée verticale	Bras de levier	Moments
Cône d'avant	1.046	0,870	913
Partie cylindrique	7.100	0,870	6.180
Arrière	6.800	0,960	6.500
Rouffe	550	1,720	950
	Moment total		14.543

Distance du centre d'application au plan des moments : $\frac{14.543}{12.666} = 0^m,93.$

Le centre d'application de la poussée verticale est au point A de la coupe longitudinale.

RECHERCHE DU CENTRE DE GRAVITÉ

En longueur : Plan des moments vertical, perpendiculaire à l'axe et passant par la pointe de l'éperon.

	Poids Kilogr.	Leviers	Moments
Eperon	165	0,34	56
Réservoirs et air	550	1,12	616
Cône d'avant	150	1,30	196
Fourneaux avec tubes pleins d'eau	6.216	4,10	24.450
Coque cylindrique	800	4,07	3.260
Façons arrière	1.000	8,80	8.800
Machines	1.880	9,90	18.700
Etambot et gouvernail	382	12,50	4.760
Hélice	105	12,50	1.312
Rouffe et cheminée	230	7,70	1.771
Quille	1.233	5,67	6.886
Equilibre, etc	100	7,50	3.000
Plans directeurs, etc	280	7,50	2.100
Réservoirs à lest et lest	1.862	7,30	15.593
	15.253	Moment total.	89.600

Distance du centre de gravité au plan des moments :

$$\frac{8.960}{15.253} = 5^m,88.$$

En hauteur : Plan horizontal sous la quille :

	Poids	Leviers	Moments
Eperon	165	0,87	144
Réservoirs et air	550	0,87	178
Cône d'avant	150	0,87	131
Chaudière et eau	6.216	0,90	5.600
Coque cylindrique	800	0,87	696
Façons d'arrière	1.000	0,94	944
Machines	1.880	0,80	1.504
Etambot et gouvernail	382	0,60	228
Hélice	105	0,42	44
Rouffe et cheminée	246	1,74	400
Quille	1.233	0,08	99
Equipage, etc	100	0,90	360
Réservoirs et lest	1.862	0,34	633
Plans directeurs, etc	280	0,88	246
	15.253	Moment total.	11.507

Distance du centre de gravité au plan des moments :

$$\frac{11.507}{15.253} = 0^{m},75.$$

Des calculs précédents il résulte que le centre de gravité est juste verticalement à 18 centimètres au-dessous du centre de suspension. — Point B de la coupe en long.

MACHINES

Diamètre du grand cylindre	0,420
— petit —	0,220
Course	0,130
Nombre de tours en marche ordinaire à 9 nœuds	250
Pression au petit cylindre dans ce cas	10 atm.
Puissance en marche à 9 nœuds	39 chx.
— — à 18 —	300 chx.
Condensation par injection.	
Nombre de tours à grande vitesse	560
Pression dans la chaudière au moment de la submersion	49 atm.
Durée de marche à 9 nœuds	120 min.
Espace parcouru en 120 minutes et à la vitesse de 9 nœuds	34 kilm.
Durée de marche à 18 nœuds	17 min.
Espace parcouru en 17 minutes à la vitesse de 18 nœuds	$9^{km},70$

APPROVISIONNEMENT D'AIR

Dans 8 réservoirs OOO, ayant un volume intérieur de 450 litres se trouve, au départ, de l'air comprimé à 50 atmosphères, ce qui donne un volume d'air à 1 atmosphère de $22^{m},50$ qui sont amplement suffisants pour trois heures d'immersion, — sans compter l'air renfermé au moment de la fermeture des panneaux.

M, anéroïde de grande dimension réglant la pression intérieure entre 72 et 82 centimètres de mercure.

RÈGLEMENT AUTOMATIQUE DE LA PROFONDEUR DE SUBMERSION

Chaque paire de plans directeurs a son inclinaison réglée automatiquement par les appareils symétriques.

N et P, ces appareils, dont nous possédons un modèle souvent essayé avec succès au Pirée, sont décrits au mémoire. En somme, quand le commandant a choisi une profondeur quelconque, l'axe de chaque paire de plans reste rigoureusement à cette profondeur au-dessous de la surface. — D'où, une marche parfaitement horizontale.

DIVERS DÉTAILS

En R, soupape de réduction de pression ;
SS', lampes à incandescence ;
T, Petit cheval d'alimentation, d'épuisement ou de remplissage des réservoirs ;
U, souffleur ;
V, grille au pétrole.
Tous les détails de direction automatique horizontale sont décrits au mémoire.

Poore et Storey (1888)

En 1888, MM. Poore et Storey présentent un projet de bateau sous-marin qui, par l'application de plusieurs pistons hydrostatiques obtiennent automatiquement tous les procédés d'immer-

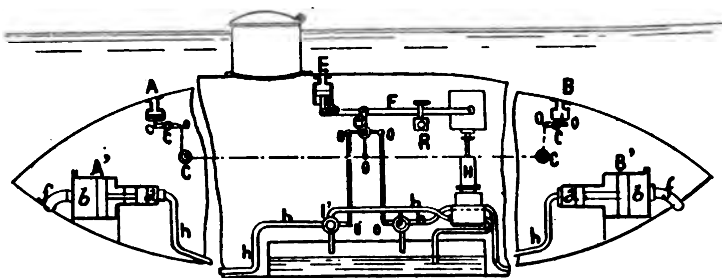


Fig. 181 (Poore et Storey, 1888).

sion, de stabilité, d'assiette longitudinale, voire même la sécurité du bateau lorsqu'il dépasse la profondeur désirée.

Pour la stabilité horizontale, on dispose à chaque extrémité du bateau deux pistons hydrostatiques A,B, réunis l'un à l'autre par un mouvement à sonnette dont les points d'articulation sont en O et les points fixes en C, et actionnant, par l'intermé-

diaire d'un appareil électrique (non indiqué sur le plan) deux robinets à trois voies I, I' communiquant, avec le réservoir d'eau. Cette disposition est telle que, lorsqu'une des extrémités du bateau est plus profondément submergée que l'autre, à cause des déplacements de poids intérieurs ou pour toute autre cause, la différence de pression exercée sur les pistons à laquelle est due leur différence de submersion, agit automatiquement sur l'un ou l'autre d'entre eux.

Suivant l'influence des actions, le mouvement à sonnette manœuvre les deux robinets I, I', et par suite oblige le liquide sous pression à passer dans deux cylindres A', B', placés à chaque extrémité du bateau au moyen d'une pompe H sur laquelle sont branchées les conduites *h*.

Chacun de ces deux cylindres est formé de deux pistons de diamètres différents *a* et *b*, dont les plus petits sont en communication avec les conduites *h*, et les plus grands avec les conduites *f* en communication directe avec la mer.

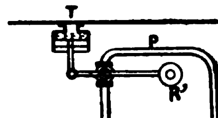


Fig. 182.

Quand l'eau sous pression s'écoule après avoir passé par les robinets I, I', pour se rendre à l'un des cylindres, les pistons se meuvent de dedans en dehors pour repousser l'eau introduite dans le grand cylindre; en même temps, la pression exercée derrière le piston du petit cylindre étant réduite, la pression de l'eau extérieure sur le navire maîtrise la résistance du petit cylindre, lequel s'éloigne pour laisser introduire l'eau ambiante dans le grand cylindre, et *vice versa*.

Pour obtenir l'immersion à une profondeur donnée, on emploie un autre piston hydrostatique E.

Ce piston se rattache à un levier gradué F, muni d'un contrepoids R réglable; ce levier est relié également aux robinets à trois voies, à l'aide du mouvement à sonnette dont il vient d'être mentionné pour permettre de régler le passage du fluide moteur et changer ainsi le poids spécifique ou le déplacement total du bateau.

Afin d'empêcher le navire de descendre à des profondeurs

qui compromettraient sa sécurité, on a imaginé un quatrième piston hydrostatique T, réglable par un contrepoids R′ (*fig.* 182). Ce dispositif permet, dès que l'on dépasse la profondeur désirée, d'ouvrir une valve S, qui laisse échapper à la mer l'eau sous pression contenue dans un tuyau P.

On voit par cet aperçu que le liquide sous pression sert de ballast mobile pour changer par son poids l'assiette du bateau.

Gymnote ou *Gustave-Zédé* n°1 (1888)

Les premières études de ce bateau sous-marin furent faites par le célèbre ingénieur M. Dupuy de Lôme ; malheureusement il ne put mettre son projet à exécution, car la mort le surprit au moment où il venait d'en terminer l'étude.

Quelques années plus tard, M. Zédé, ingénieur de la Marine en retraite, reprit l'idée de son ami Dupuy de Lôme; il apporta diverses modifications au projet primitif et le présenta à l'amiral Aube qui était alors Ministre de la Marine. Présenté par un tel auteur à un Ministre aussi partisan des sous-marins, le projet devait être adopté sans retard.

L'amiral Aube signa le marché, et la construction de ce premier sous-marin fut confiée à la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, dont M. Gustave Zédé était l'un des administrateurs; il lui fut donc possible de diriger la construction dans tous ses détails et de suivre les premiers essais.

Ce bateau, auquel M. Zédé a donné le nom de *Gymnote*, est en tôle d'acier de 6 millimètres au fort et de 4 millimètres aux extrémités; il a la forme d'un fuseau effilé à ses deux extrémités (*fig.* 184).

Ses principales dimensions sont les suivantes :

Longueur	17m,20
Diamètre au maître couple	1m,80
Déplacement	30 tonneaux

Des plaques de plomb, placées de chaque bord du bateau dans deux puits, règlent son tirant d'eau et servent de poids de sécurité. Une étroite plate-forme, sur laquelle est pratiquée une

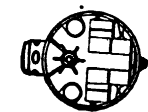
ouverture pouvant donner passage à un homme, couronne



Fig. 183. — Portrait de M. Gustave Zédé (cliché Nadar).

la partie supérieure de la coque. Près de la plate-forme centrale, simulant de loin la nageoire dorsale d'un squale géant,

se trouve une petite coupole d'environ 0m,50 de diamètre, garnie de glaces, par lesquelles l'officier chargé de la direction du navire peut faire les observations (*fig.* 194).



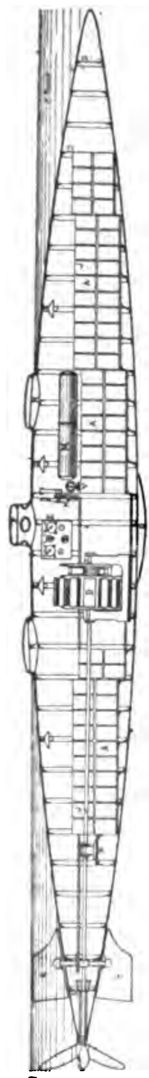


FIG. 184 et 185. — *Gymnote* (1888).
Gymnote : longueur, 17m,30 ; diamètre, 1m,80 ; déplacement, 30 tonneaux ; propulsion par l'électricité ; immersion par introduction d'eau, plongée par gouvernail horizontal ; construit en acier.

L'immersion est obtenue par introduction d'eau, dans trois réservoirs, qui sont placés, l'un à l'AV, l'autre à l'AR, et le troisième au milieu ; les réservoirs placés à chaque extrémité ont pour but de maintenir l'assiette longitudinale ; l'eau est chassée des réservoirs par l'air comprimé, ou au moyen d'une pompe rotative Behrens actionnée par un électromoteur. La plongée se fait par le gouvernail horizontal placé à l'AR (Voir au livre II, les chapitres *Immersion*, *Plongée*).

Les appareils de vision employés à bord du *Gymnote* sont le tube optique à deux miroirs inclinés et le périscope ; le premier a donné les meilleurs résultats.

On obtient la direction par un compas et par un gyroscope, se contrôlant l'un par l'autre.

Cependant le compas est influencé par la masse métallique et affolé par les courants électriques des différents services du bord, et le gyroscope s'est montré d'un fonctionnement souvent très capricieux.

La direction dans le sens horizontal est donnée par un gouvernail ordinaire.

La propulsion est obtenue au moyen d'une hélice de 1m,50 de diamètre et actionnée par un électromoteur de 55 chevaux (*fig.* 186, 187 et 188), construit spécialement d'après les données du commandant Krebs et pouvant donner une vitesse de 8 nœuds à

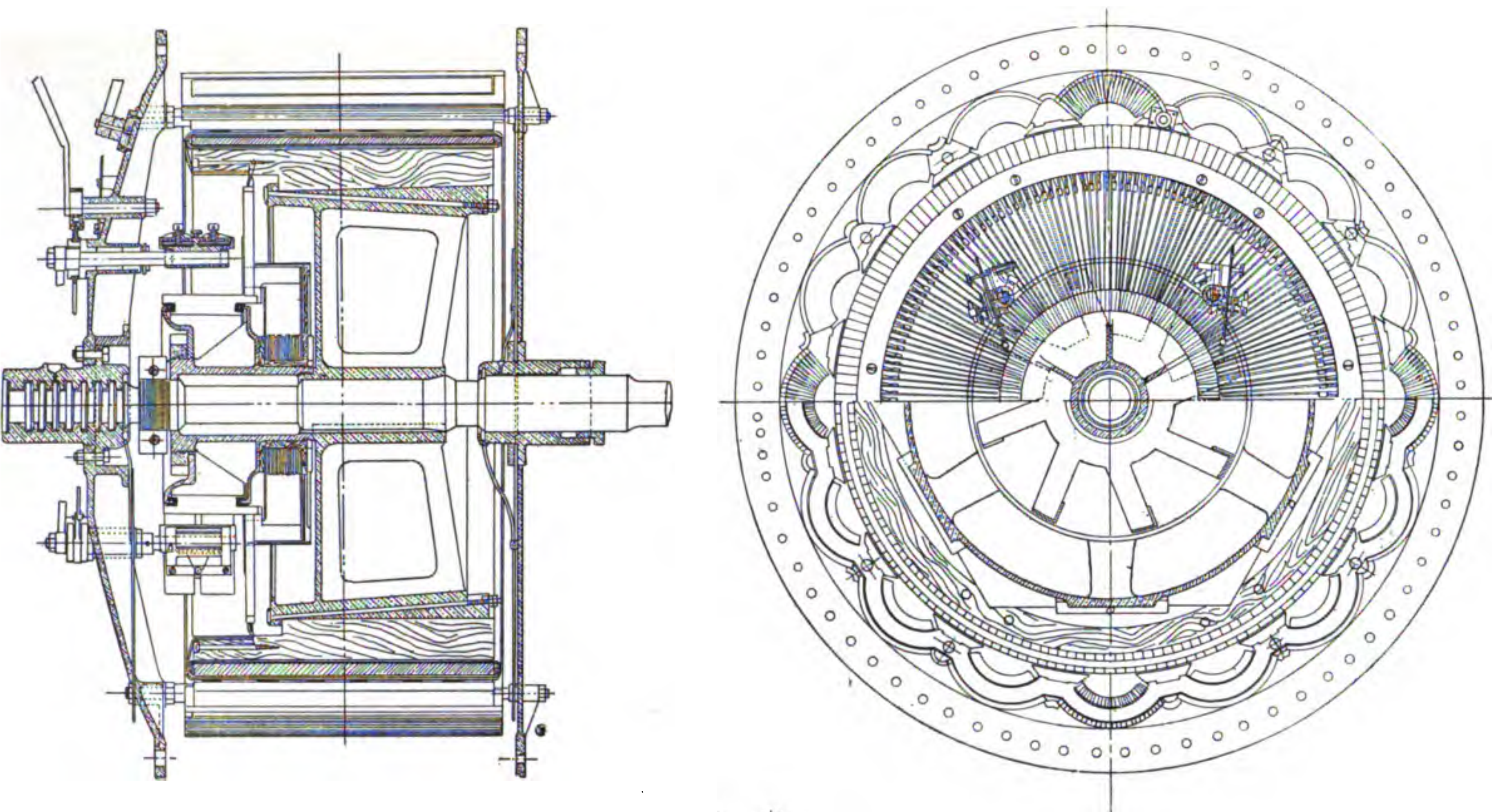


Fig. 186 et 187. — Électromoteur.

l'heure ; ce moteur fut l'objet d'une importante communication à l'Académie des Sciences, que nous reproduisons en entier.

« Ce moteur est à seize pôles disposés symétriquement autour de l'anneau mobile. Celui-ci a 1 mètre de diamètre ; il est

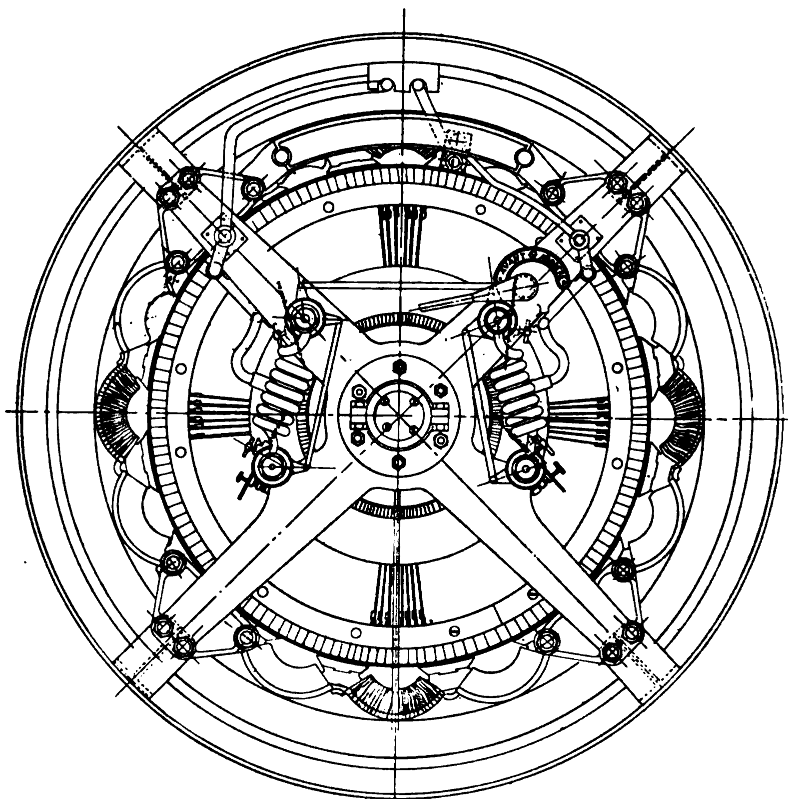


Fig. 188. — Électromoteur.

muni d'un collecteur à quatre balais, deux pour la marche avant, et deux pour la marche arrière. Son poids est de 2.000 kilogrammes ; son travail égale 55 chevaux-vapeur, et son courant de 200 ampères avec une différence de potentiel aux bornes de 192 volts.

« Le courant électrique étant fourni par une batterie de 564 accumulateurs à liquide alcalin, construits par MM. Coumm-

lin, Desmazures et Baillache (*fig.* 189, 190 et 191). Ils pèsent chacun 17kg,500, soit donc un poids total de 9.870 kilogrammes. Le courant est envoyé dans la machine par la totalité des accumulateurs, groupés de quatre façons différentes au moyen d'un appareil spécial permettant d'obtenir quatre vitesses par la manœuvre d'une seule manivelle :

« 1° Petite vitesse, comprenant 12 accumulateurs en surface et 47 en tension;

« 2° Moyenne vitesse, comprenant 6 accumulateurs en surface et 94 en tension;

« 3° Vitesse de route, comprenant 4 accumulateurs en surface et 141 en tension.

« 4° Grande vitesse, comprenant 2 accumulateurs en surface et 282 en tension.

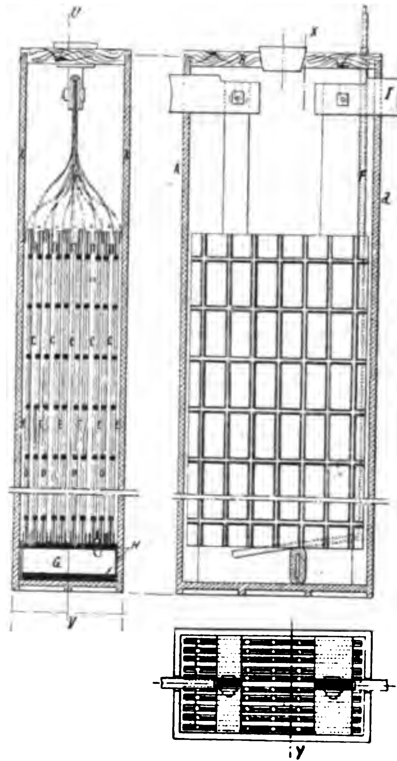


Fig. 189, 190 et 191.
Accumulateur Commelin-Desmazures.

« La Commission du Ministre de la Marine, chargée de recevoir la partie électrique du *Gymnote*, le 16 mars 1888, dans les ateliers de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, au Havre, a procédé aux essais suivants :

« Les accumulateurs ont été chargés, en prenant le troisième groupement, par un courant de 100 ampères, nécessitant une force électromotrice égale à 140 volts. La durée de la charge a été de vingt-trois heures; la force électromotrice a varié de 135 (au commencement) à 144 volts (à la fin).

« La capacité totale de chaque accumulateur résultant du poids de zinc contenu dans l'appareil est de 520 ampères-heures;

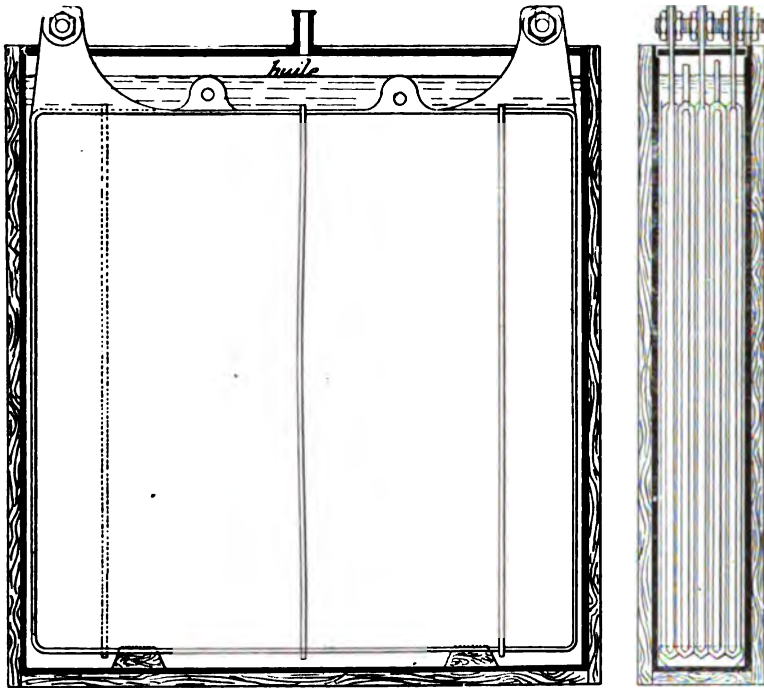


Fig. 192 et 193. — Accumulateur Laurent-Cély.

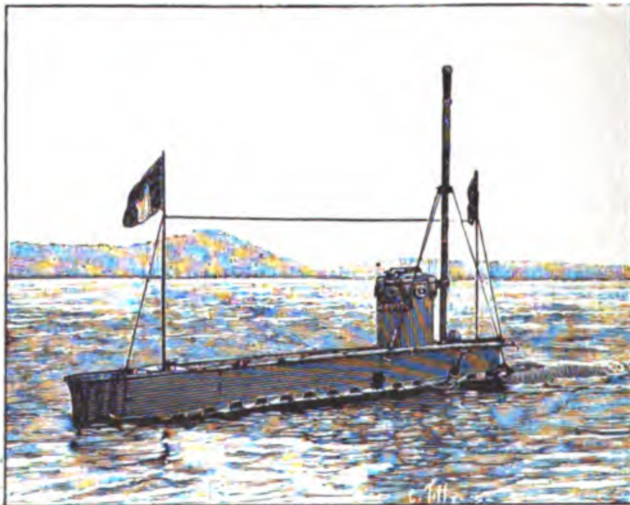


Fig. 194. — *Le Gymnote* à fleur d'eau (cliché communiqué par *l'Illustration*)

la charge en a fourni 575. Il faut dire que la batterie était neuve ; il a fallu dépenser une certaine quantité d'électricité pour la former ; c'est ce qui explique cette augmentation.

« La décharge s'est opérée avec le quatrième groupement, en quatre heures et demie, avec un travail, aux bornes de la machine, de 58 chevaux-vapeur pendant les trois premières



FIG. 195. — Vue du *Gymnote* à son poste de garage.
(Cliché communiqué par *l'Armée illustrée*.)

heures (206 ampères et 208 volts), de 54 chevaux pendant la quatrième (200 ampères et 200 volts), et 47 chevaux à la fin des quatre heures et demie (190 ampères de 183 volts). Mais une vingtaine d'accumulateurs s'étaient déchargés sur eux-mêmes par suite d'un isolement insuffisant. L'utilisation a donc été de 450/520 = 0,865 de la capacité totale des accumulateurs.

« Le poids d'accumulateur (vase et liquide compris) est donc, par cheval-heure recueilli de 37 kilogrammes.

« La vitesse du moteur électrique est de 280 tours à la minute, avec un courant de 200 à 210 ampères, et sa résistance de $0^{ohm},16$. »

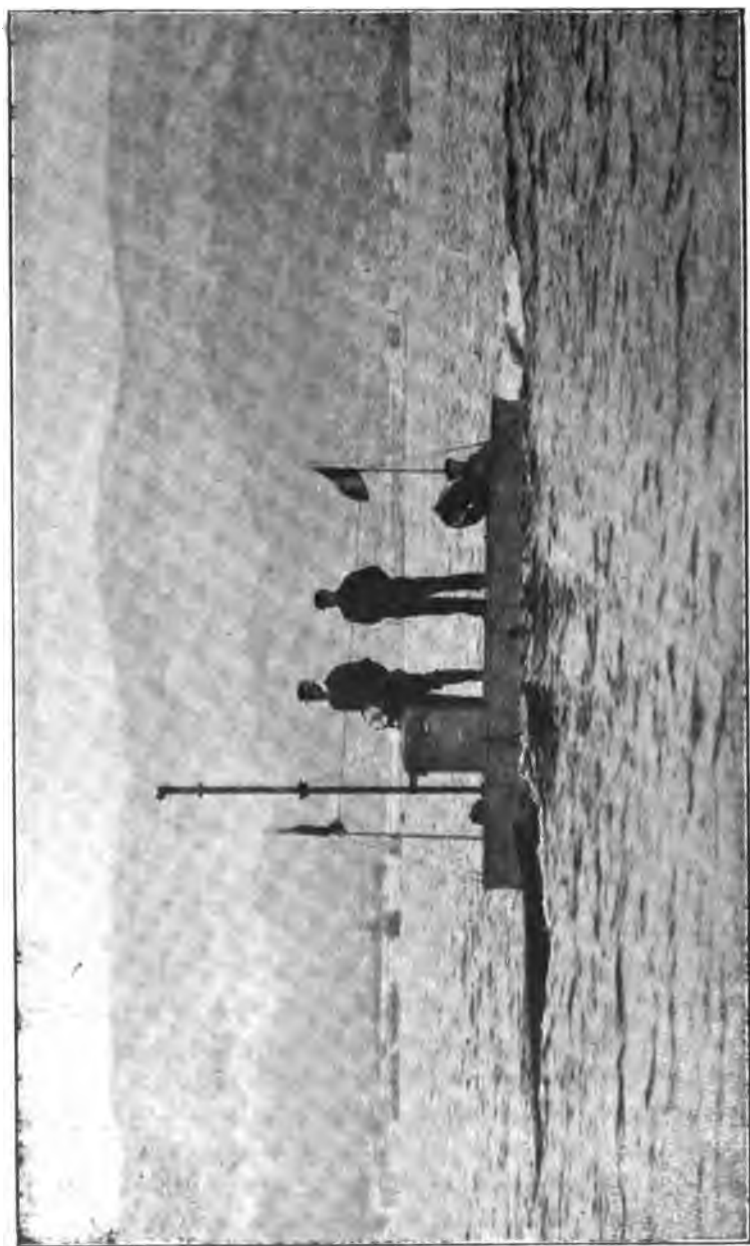


Fig. 196. — *Le Gymnote* naviguant en émersion (cliché Marius Bar).

« Aux expériences que l'on fit devant le préfet maritime de Toulon, le 24 septembre 1888, *le Gymnote* se comporta assez bien ; les essais de vitesse et de stabilité donnèrent de très bons résultats ; il pouvait évoluer dans tous les sens sans trahir sa présence devant les nombreuses Commissions qui étaient venues assister à ses expériences. Mais ce que l'on ne put obtenir et que personne ne pouvait se rendre compte, c'est qu'il ne lui fut pas possible d'obtenir un équilibre parfait entre deux eaux. En effet, les divers mécanismes ne s'obtenaient plus automatiquement et se faisaient à la main, de là une suite de montées et de descentes, que l'on n'arrivait à corriger que très difficilement. »

Le Gymnote a été commandé successivement par plusieurs officiers, MM. Baudry de Lacantinerie, Chéron, Darrieus, etc. : il a servi de champ d'expériences : deux séries d'accumulateurs, des appareils optiques, de direction, de stabilité, etc., ont été expérimentés à bord.

Il a aussi servi d'école : des états-majors et des équipages sous-marins se sont formés à la conduite de ce bateau d'un nouveau genre.

Les officiers et les mécaniciens qui se sont succédés à bord du *Gymnote* ont signalé diverses modifications qui s'imposaient, notamment la transformation du casque, qui a failli plusieurs fois causer des accidents graves, le changement des accumulateurs Commelin-Desmazures (*fig.* 189 à 191) par les accumulateurs Laurent-Cély de la Société des Métaux (*fig.* 192 et 193). Les premiers essais officiels de navigation sous-marine ont fini par établir un courant favorable : des officiers, des ingénieurs de la Marine militaire sont aujourd'hui partisans des bateaux sous-marins et prévoient les services qu'ils pourront rendre. Quelques-uns ont des idées personnelles trop arrêtées, mais le temps et le progrès modifieront certaines façons de voir.

Il est regrettable que des questions d'intérêt général, des questions de défense nationale aient passé après des questions d'intérêt particulier; aujourd'hui les torpilleurs sous-marins sont nés, demain ils s'imposeront.

Dans ce premier succès de navigation sous-marine, dû à

M. Gustave Zédé et à ses collaborateurs, il y a lieu d'associer les deux noms de Gaston Planté et de Gramme, qui ont inventé [1] l'accumulateur et le moteur électriques, car c'est grâce à ces deux appareils que la navigation sous-marine est devenue possible.

Apostoloff (1889)

Bateau plongeur à corps tournant. — Un jeune ingénieur russe, M. Apostoloff, a pris en 1889, par l'intermédiaire de notre confrère M. Casalonga, un brevet pour un bateau sous-marin fort original.

Il se compose essentiellement d'une coque intérieure B (*fig.* 197) renfermant les organes moteurs et le personnel du navire, tandis qu'autour d'elle et à une faible distance pivote, sur un axe longitudinal A, une coque extérieure C, dite corps tournant, sur laquelle est enroulée et fixée une hélice propulsive H dont le mouvement rapide de rotation fait avancer le navire sous l'eau à la façon d'une vis dans un corps solide.

L'axe A est supporté sur des plateaux en fonte I, I' fixés sur cet arbre et qui lui servent de palier de butée ; des joints étanches empêchent en ces points l'introduction de l'eau.

Le mouvement est donné de l'intérieur au corps tournant au moyen d'une couronne dentée J, fixée sur la circonférence intérieure de la coque C et qui est actionnée par une roue K passant à travers la paroi du corps B, et mue par une combinaison d'engrenages commandés par un moteur à air comprimé.

Des galets peuvent être disposés entre les deux coques, de manière à assurer et maintenir leur écartement. L'extrémité avant de l'axe A est terminée par une pointe ou éperon P et à l'extrémité arrière par une cabine.

Cette cabine reçoit la cage D du timonier et renferme les appareils de manœuvre du gouvernail, lequel est constitué par

[1] L'association des inventeurs et artistes industriels fondée par le baron Taylor, et reconnue comme établissement d'utilité publique, a son siège : 25, rue Bergère, à Paris. Les inventeurs et toutes les personnes qui s'intéressent à l'invention, peuvent s'adresser au secrétaire pour recevoir renseignements et statuts.

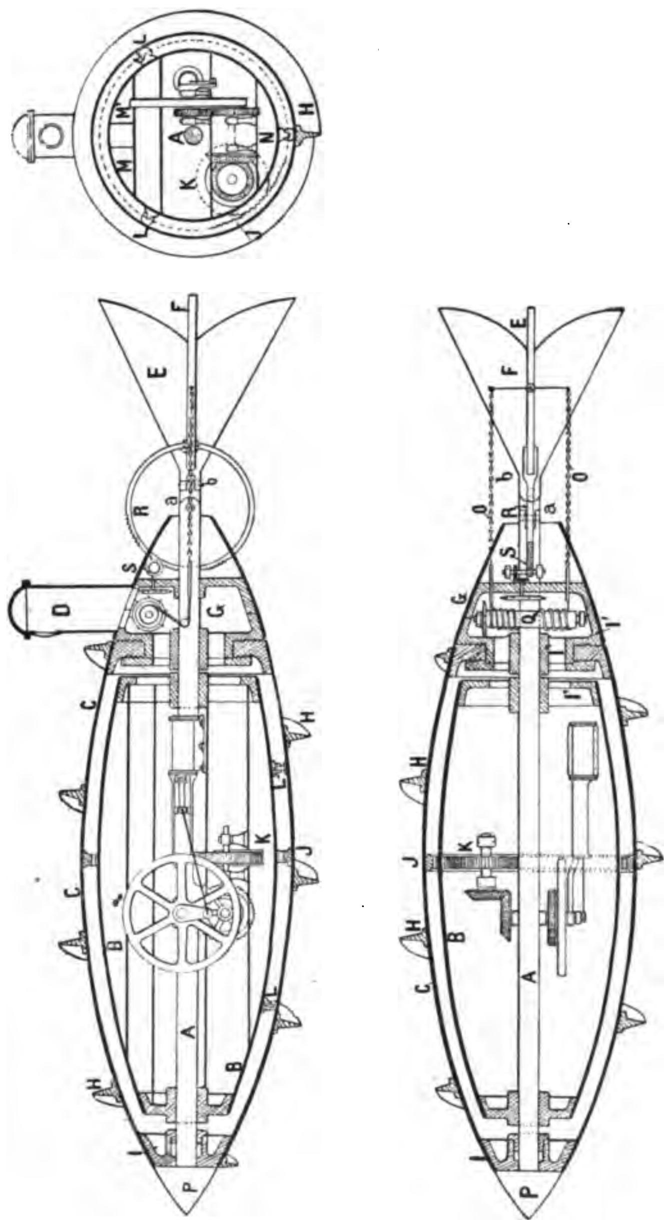


Fig. 197, 198 et 199. (Apostoloff, 1889).

deux plans perpendiculaires E, F, articulés en *a* et *b* et servant : le plan vertical E, à la direction du navire dans le plan horizontal, et le plan horizontal F, à la direction dans le plan vertical.

De la cage D, où il a sous la main tous les appareils d'avertissement, de contrôle et d'action, le pilote peut agir sur le gouvernail, soit au moyen des chaînes O, pour la direction dans le plan horizontal (ces chaînes s'enroulent sur un treuil Q, mû par la puissance motrice dont dispose le navire), soit au moyen du cercle denté R, actionné par le pignon S, pour la direction dans le plan vertical.

Les gouvernails obéissent à ces différentes impulsions en oscillant autour des articulations perpendiculaires *a* et *b*.

Il est à remarquer que le cercle denté R doit être articulé suivant l'axe de la charnière *b*, de manière à pouvoir se replier dans le mouvement du gouvernail dans le plan horizontal.

Le navire est partagé en plusieurs étages par des cloisons qui forment des compartiments spéciaux ; en M, M', ce sont des réservoirs à air comprimé, et, en N, est la cale à lest.

La figure 197 du dessin annexé représente la coupe verticale longitudinale de ce bateau ; la figure 198 en est la coupe longitudinale horizontale, et la figure 199, la coupe transversale.

La figure 200 représente une vue du bateau, qui fait alors simplement fonction de moteur. Sur les extrémités avant et arrière comme base est établie une charpente T sur laquelle est suspendue une cage U, de dimensions quelconques, destinée à recevoir des passagers.

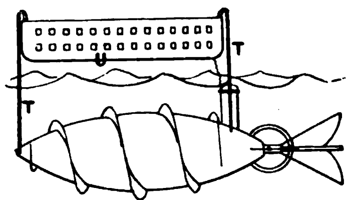


Fig. 200.

Cette cage est ainsi soutenue au-dessus du niveau de l'eau, et elle est soustraite aux mouvements des flots. Elle est en forme de bateau, afin qu'en cas d'accident elle puisse naviguer comme une galère ou un bateau ordinaire.

Ce bateau n'a pas été construit autrement que comme modèle réduit de laboratoire ; mais, d'après les calculs de

M. Apostoloff lui-même, il serait susceptible d'une vitesse considérable, telle même que la traversée de l'Atlantique entre le Havre et New-York pourrait se faire en vingt-huit heures.

Sans vouloir rien préjuger de l'avenir, de qui aujourd'hui on est en droit de tout attendre, nous ne pouvons que souhaiter de voir faire au plus tôt la curieuse expérience du navire de M. Apostoloff.

CAVETT (1889)

Nous mentionnerons les plans d'un bélier sous-marin de l'ingénieur Cavett, de Pittsburg.

.Ce bateau était plutôt un submersible qu'un sous-marin; il

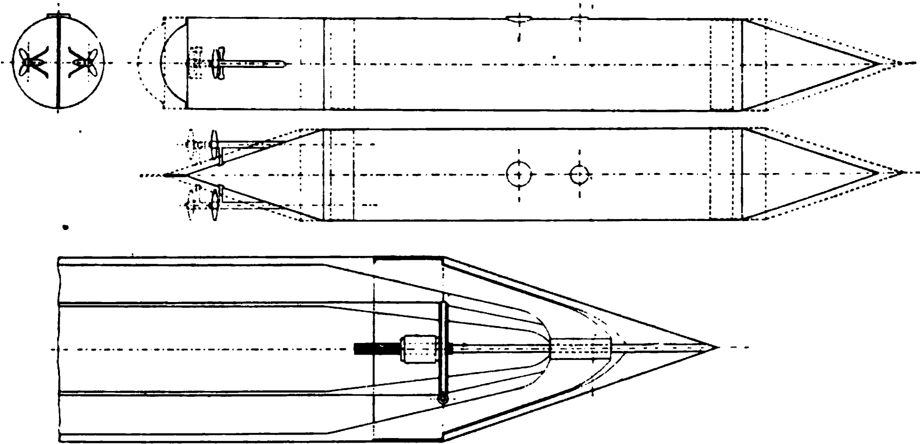


FIG. 201 à 2)4 (Cavett, 1889).

devait naviguer à la surface et à fleur d'eau; son pont bombé et blindé ne devait laisser qu'un point vulnérable, le poste du capitaine. L'armement consistait en un cylindre de 30 centimètres, et 4 à 5 mètres de longueur, traversant l'étrave, comme un tube lance-torpilles ou un canon sous-marin. Dans ce cylindre se mouvait un piston sous l'action de la vapeur; l'extrémité de ce piston avait une forme particulière pour percer les cuirassés.

D'après l'inventeur, ce bateau devait filer 20 nœuds à l'heure.

Bateaux sous-marins F. Forest (1891)

Les deux projets de torpilleurs étudiés par F. Forest diffèrent

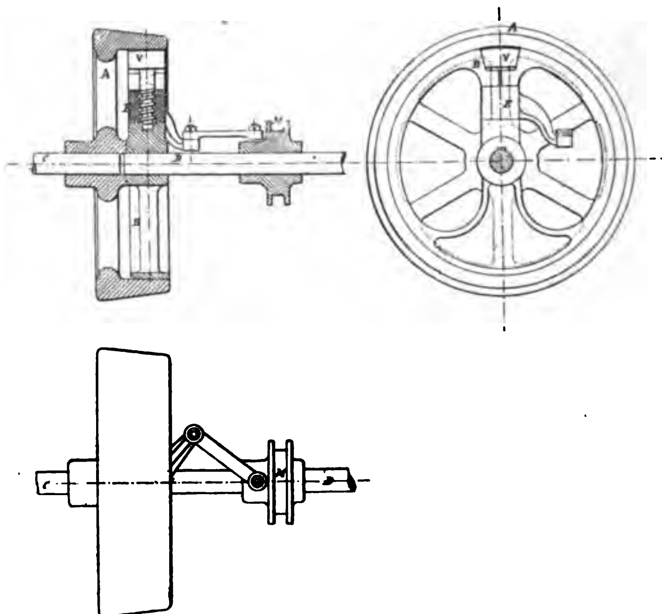


Fig. 205, 206 et 207. — Embrayage progressif.

Légende. — A, volant; B, segment extensible; C, arbre portant le volant; D, arbre portant le segment; E, écrou à levier; M, manchon; V, coin.

par les dimensions et par la forme de la coque.

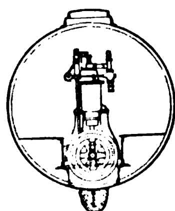


Fig. 208. — Coupe transversale de la figure 211.

L'hélice est actionnée par trois moteurs montés sur le même arbre et accouplés par des embrayages progressifs et élastiques à friction système Forest (*fig.* 205), qui permettent d'actionner l'hélice par un moteur, par deux, ou par trois, d'embrayer en pleine marche un ou deux moteurs, ou de les retirer du circuit.

Un appareil spécial sert à faire marche avant, marche arrière et à stopper[1] (*fig.* 209).

Le premier projet date du brevet (novembre 1891). La

[1] Livre II. Voir *Appareils divers, Embrayage et Changement en marche.*

coque est en acier de 30 mètres de longueur ; la coupe transversale est elliptique à grand axe vertical ; la coupe longitudinale est symétrique ; les deux extrémités sont des tracés paraboliques.

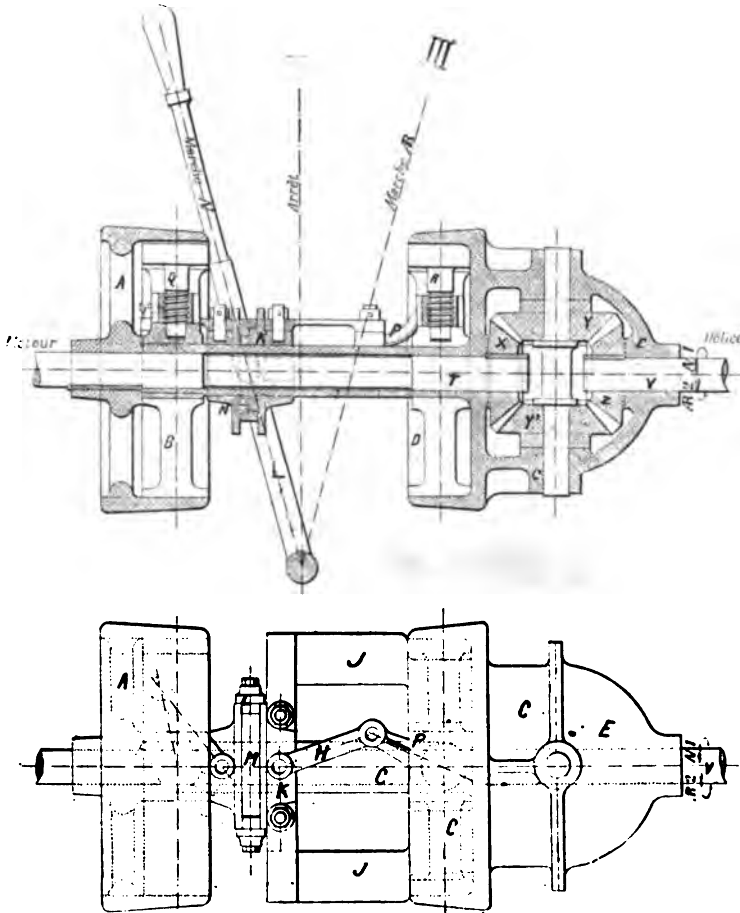


Fig. 209 et 210. — Changement de marche (Forest et Gallice).

Nous verrons plus loin que la forme elliptique a été appliquée aussi par Baker.

Cette forme elliptique, ou ovoïde (*fig.* 215), présente l'avantage de descendre et d'éloigner le centre de gravité du centre

de carène, d'ajouter à la stabilité de poids une stabilité de forme, et elle se prête mieux à l'arrimage des divers appareils accessoires du bord.

Certains ingénieurs de la Marine préfèrent la forme circulaire, pour la seule raison qu'elle se prête moins aux déformations, qu'elle présente une plus grande résistance à l'écrasement; c'est une erreur, car si la coque de forme ovoïde est étudiée et construite d'un bordé d'égale résistance, deux coques de même déplacement, l'une circulaire, l'autre ovoïde, seront, à poids égal, exactement de même résistance.

Il y a évidemment plus de difficulté à border une coque de forme ovoïde qu'une coque de forme circulaire; mais, à notre avis, ce n'est pas à la difficulté de la construction que l'on doit regarder pour des bateaux de ce genre, mais à la stabilité. Nous ne pouvons développer dans cette description toute notre idée; nous renvoyons le lecteur au livre II au chapitre spécial de la *forme*.

Le deuxième projet est de forme circulaire; la coque, en acier, a 33 mètres de long, $2^m,80$ de diamètre au fort (*fig.* 208 et 211).

L'immersion est obtenue par lest d'eau, et la plongée par gouvernail; on laisse affluer l'eau dans deux réservoirs t, t', placés au centre et à la partie la plus basse de la coque; puis on incline de l'arrière à l'avant, par une seule manœuvre, quatre gouvernails horizontaux N, N', N'', N''', placés sur les côtés de la coque, et le sous-marin plonge à la profondeur voulue, par l'effet de la marche en avant, tout en conservant l'horizontalité absolue de son axe longitudinal.

Ces quatre gouvernails sont réunis deux par deux sur un même arbre, deux à l'avant et deux à l'arrière, et les mouvements leur sont transmis par le treuil O, de façon qu'ils présentent tous un angle uniforme de même valeur.

Stabilité d'immersion. — Il importe de connaître exactement et de limiter la profondeur que doit atteindre le sous-marin et de pouvoir se diriger dans un plan horizontal à une profondeur déterminée.

A cet effet, il est placé sous la vue du commandant, à l'inté-

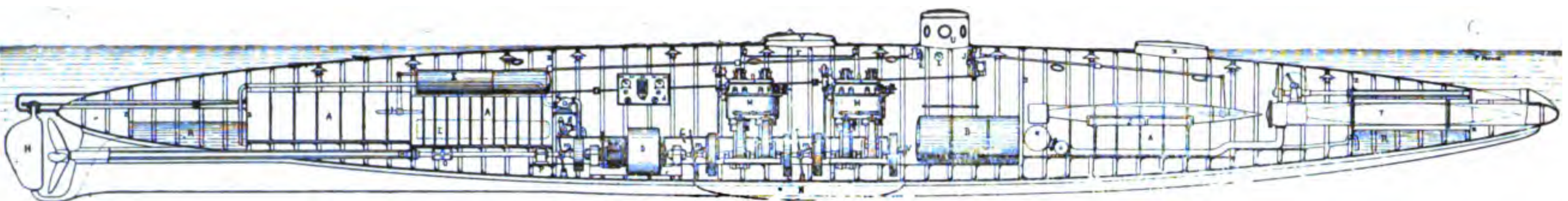
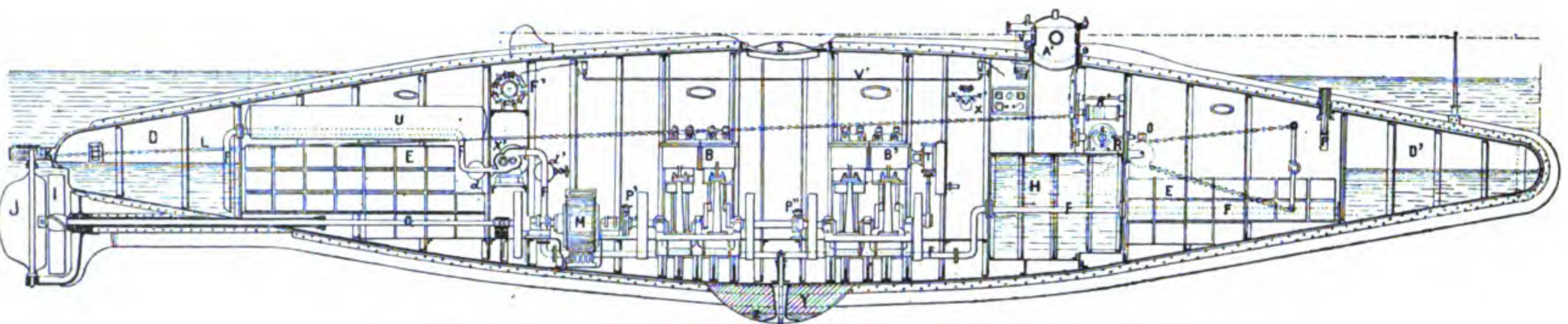


Fig. 211 (Forest, 1891).

Projet de sous-marin à propulsion mixte ; longueur, 33 mètres ; diamètre, 2ᵐ,80 ; tonnage, 135 tonneaux ; propulsion mixte (moteur à pétrole en émersion et électricité en immersion) ; immersion par introduction d'eau ; plongée par gouvernails horizontaux ; tube lance-torpilles.



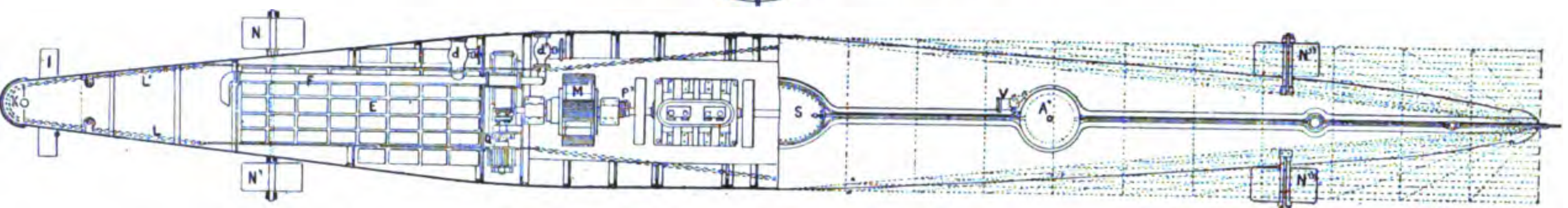


Fig. 212 et 213 (Forest, 1891).

rieur de la coque, un manomètre sensible X (*fig.* 214), divisé de 1 à 3 atmosphères, pour donner une grande amplitude de mouvement à l'aiguille. Ce manomètre est en communication avec l'eau extérieure, qui fait pression sur son diaphragme; cette pression indique exactement la profondeur du sous-marin.

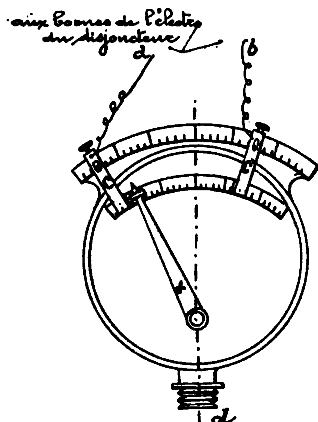


Fig. 214.

Deux curseurs mobiles x, x', sont amenés, à droite et à gauche du chiffre marquant la profondeur à laquelle on est arrivé et à laquelle on veut se maintenir; si le sous-marin s'élève ou s'enfonce, l'aiguille vient au contact avec l'un des curseurs et ferme un circuit électrique qui, par un conjoncteur, commande une magnéto, laquelle tourne dans le sens voulu pour l'introduction ou l'évacuation de l'eau extérieure, qui pénètre ou sort des water-ballasts d'immersion. Dans un cas, le sous-marin allégé tend à remonter vers la surface; dans l'autre cas, l'excédent de poids le fait s'enfoncer, ce qui permet, à une faible variation près, de naviguer à une profondeur connue et déterminée d'avance.

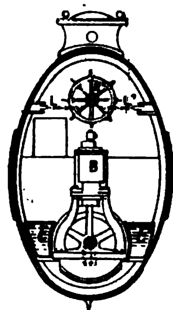


Fig. 215. — Coupe transversale.

Le remplissage des réservoirs t, t', s'opère en faisant échapper l'air de ces réservoirs dans la coque du sous-marin et la vidange en faisant une pression par l'air comprimé.

Dans les bas-fonds, et en cas de repos du sous-marin, la stabilité verticale est maintenue par un poids de sonde qu'on laisse descendre jusqu'au sol.

Stabilité horizontale en immersion. — La stabilité horizontale est assurée de la façon suivante :

A chaque extrémité de la coque est une chambre étanche d'environ 4 mètres cubes de capacité (*fig.* 216); ces deux chambres D, D' sont réunies par un fort tuyau F, lequel est branché sur une pompe rotative système Greindt, X', pouvant fonctionner dans les deux sens de rotation pour amener l'eau du réservoir

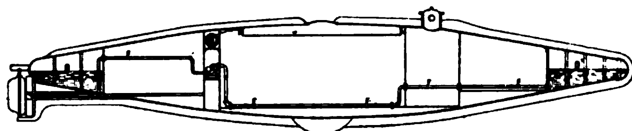


Fig. 216.

d'avant et la refouler dans celui d'arrière, et *vice versa*, suivant les besoins de la stabilité.

Cette pompe est actionnée par une dynamo F' marchant également dans les deux sens (*fig.* 218).

Ces appareils sont sous la dépendance d'un niveau à mercure V' (*fig.* 217,) construit sur le principe des niveaux d'eau des arpenteurs. Il se compose d'un tube horizontal en fer, de plu-

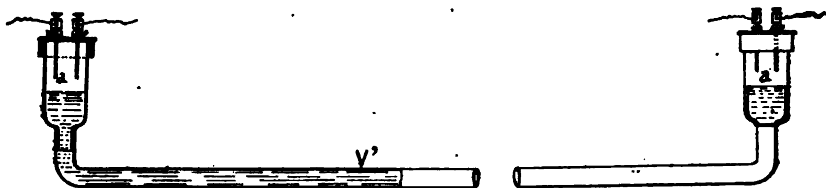


Fig. 217.

sieurs mètres de longueur, et de deux éprouvettes verticales en verre; ce tube est rempli de mercure, et les deux éprouvettes jusqu'à moitié environ de leur hauteur.

Dans chaque éprouvette plongent deux tiges métalliques qu'on peut amener à quelques millimètres de la surface du mercure; une des tiges est reliée à quelques accumulateurs et l'autre commande la dynamo de la pompe centrifuge.

La moindre dénivellation de l'axe longitudinal du sous-

marin amène le mercure au contact des deux tiges métalliques et ferme ainsi le circuit, qui doit actionner la dynamo Q dans le sens de rotation nécessaire pour rétablir la stabilité horizontale, rompue par une cause quelconque, notamment par le déplacement des hommes de l'équipage. Le poids d'eau déplacé est égal à la moitié de la charge, qui a momentanément rompu cette horizontalité.

Des robinets *d* et *d'* servent à introduire l'eau de mer dans les compartiments D, D', et à l'évacuer, pour alléger le sous-marin, lorsque l'on envoie dans lesdites chambres une pression d'air supérieure à la pression exercée par l'eau ambiante sur les orifices de sortie.

Visibilité. — Pendant la marche à la surface, les observations se font dans une petite tourelle A' garnie de quatre hublots avec lentilles en verre protégés par des armatures métalliques. Cette guérite est fermée par un couvercle mobile pour l'entrée et la sortie des hommes d'équipage. Le commandant voit la route à suivre par les hublots et donne la direction à l'aide de la roue de gouvernail placée sous sa main. Il peut encore voir la route, en augmentant le champ de vision ; pour cela, il se sert d'un tube optique portant, à son extrémité supérieure, un objectif et une glace intérieure inclinée à 45° sur le plan de l'horizon ; ce tube peut être élevé de plusieurs mètres au-dessus de la flottaison, par des raccords qu'on visse les uns aux autres et qui glissent à frottement doux dans un stuffing-box.

La direction ayant été donnée par la visibilité, on la conserve, lorsque le sous-marin est immergé, à l'aide d'un gyroscope de Foucault.

Ce gyroscope R a pour objet de faire connaître les variations qui peuvent se produire dans la marche rectiligne, le sous-marin étant immergé.

Actuellement, lorsqu'on veut se servir d'un gyroscope, on lui imprime un mouvement de rotation par une force intermittente, qui ne l'actionne que pendant quelques minutes ; cette disposition ne pouvait nous suffire pour une immersion complète devant durer plusieurs heures, sans revenir à la surface.

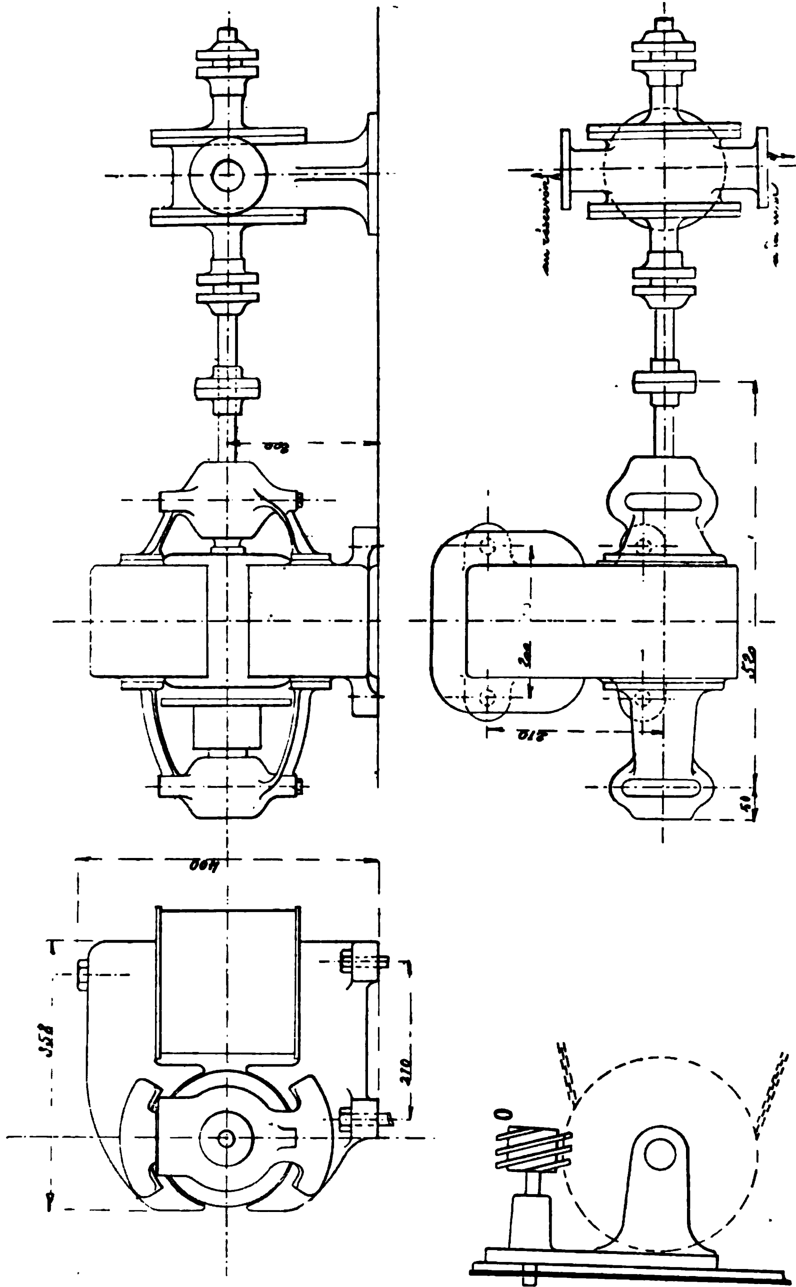


FIG. 218, 219 et 220. — Dynamo-Pompe.

FIG. 221.

En conséquence, nous actionnons notre gyroscope à l'aide d'une très petite dynamo montée sur son axe, et les fils conducteurs de l'électricité sont disposés pour ne présenter aucune résistance au déplacement de l'armature verticale du gyroscope.

De plus ce sous-marin possède un projecteur de lumière électrique P glissant dans un stuffing-box ; on le fait sortir pour les projections de lumière et on le rentre à l'intérieur lorsqu'il ne fonctionne pas.

Habitabilité. — L'air nécessaire à la respiration est fourni par des réservoirs U à air comprimé.

Ces réservoirs sont en tôle d'acier, résistant à une pression intérieure de 50 à 60 atmosphères ; leur contenance est calculée pour l'aération du sous-marin pendant vingt heures de marche immergée et pour pouvoir, au besoin, établir à l'intérieur de la coque une contre-pression d'air supérieure à la pression de l'eau ambiante, même à une profondeur de 25 mètres, pression atmosphérique qui peut être supportée momentanément par l'équipage.

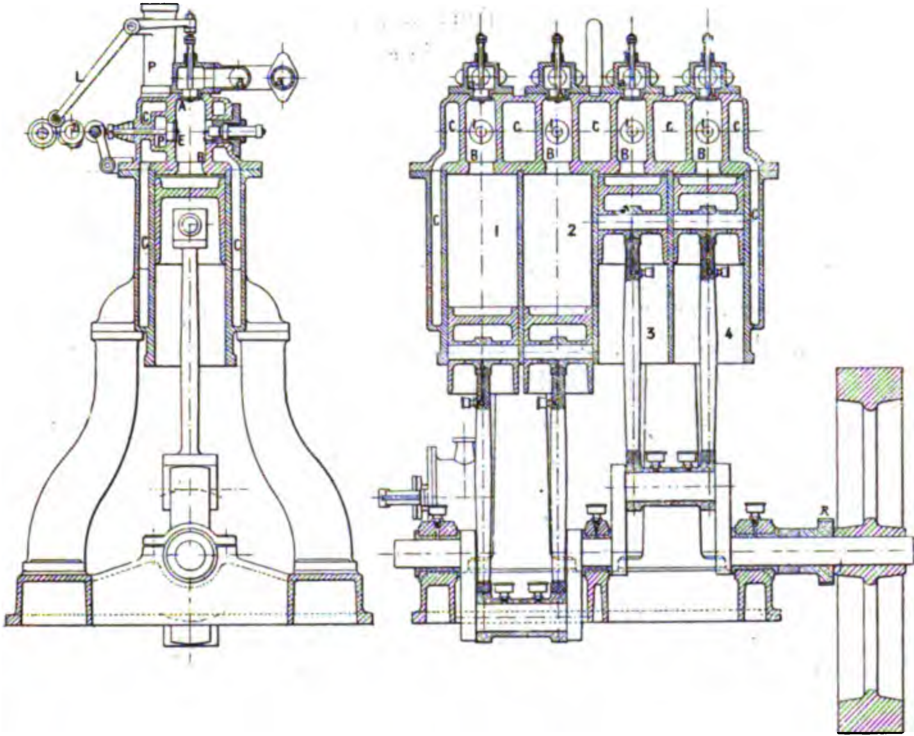
Par l'effet de cette contre-pression intérieure, l'eau ne peut entrer dans la coque, même en cas d'accident grave, ce qui permet d'aveugler facilement une voie d'eau qui viendrait à se produire.

Sécurité. — Comme tous les sous-marins, ce bateau possède un poids Y de sécurité, tenu en place sous la carène par deux vis Z et Z que l'on peut abandonner brusquement pour ramener rapidement le sous-marin en état de flottaison.

Un manomètre non figuré sur le plan indique la contre-pression d'air à l'intérieur pour éviter les fuites ou les conséquences d'une voie d'eau.

Force motrice. — Moteurs : La force motrice nécessaire à la propulsion est donnée par trois moteurs indépendants pouvant être réunis à volonté à l'aide d'embrayages.

1° Deux moteurs à hydrocarbures (essence de pétrole) B, B′, système F. Forest et G. Gallice, dont la force maxima est de 30 chevaux chacun. Ces moteurs sont indépendants l'un de l'autre et peuvent être réunis ensemble à l'aide de l'embrayage



Légende. — 1, 2, 3, 4, cylindres; A, clapets d'admission; B, B, B, B, chambres de compression; C, C, C, C, circulation d'eau; D, arbre de distribution; E, E, clapets d'échapement des gaz brûlés; L, leviers des clapets d'admission; P, con t d'échappement; I, I, I, I, inflammateurs.

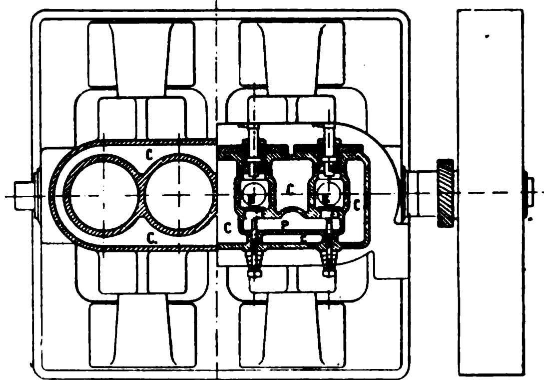


Fig. 222, 223 et 224. — Moteur à pétrole à 4 cylindres à changement de marche, système Forest et Gallice.

P', de façon que leur force totale puisse être utilisée à la propulsion ou bien encore l'un d'eux, B' par exemple, étant inactif, soit employé à faire fonctionner le compresseur d'air T;

2° Une dynamo M de la force de 30 chevaux environ. Cette dynamo a une double fonction : 1° celle de recharger les accumulateurs E, E'; dans ce cas, elle est disposée pour être génératrice, et la force motrice lui est fournie par un des deux moteurs B ou par les deux ensemble au moyen de l'embrayage P'; 2° d'être une dynamo productrice de force pour actionner l'hélice; dans ce cas, elle devient dynamo réceptrice par inversion de courant, les deux moteurs étant débrayés; et la dynamo est réunie à l'arbre de l'hélice au moyen de l'embrayage P".

Cette disposition permet, si l'on veut obtenir un maximum de vitesse, d'additionner toutes les forces produites par les deux moteurs B, B', plus celle de la dynamo.

La provision d'essence de pétrole est emmagasinée dans un réservoir.

Ce réservoir est divisé en un certain nombre de compartiments qu'on laisse se remplir d'eau de mer au fur et à mesure que l'un des compartiments est vidé de pétrole, de façon à conserver le tonnage total du chargement.

Par l'emploi des moteurs à hydrocarbures, on obtient les avantages suivants :

1° Mise en marche instantanée, sans perte de temps pour la mise en pression;

2° Absence complète de fumée qui décèle au loin la marche d'une embarcation à vapeur;

3° Absence de dégagement de chaleur, qui rendrait le sous-marin inhabitable;

4° Renouvellement forcé de l'air dans la coque, lorsque le sous-marin en flottaison est actionné par ses moteurs à hydrocarbures, ou par l'un d'eux;

5° Emploi d'un combustible riche en carbone, lequel est complètement utilisé, sans résidu. Combustible facile à arrimer sans perte de place.

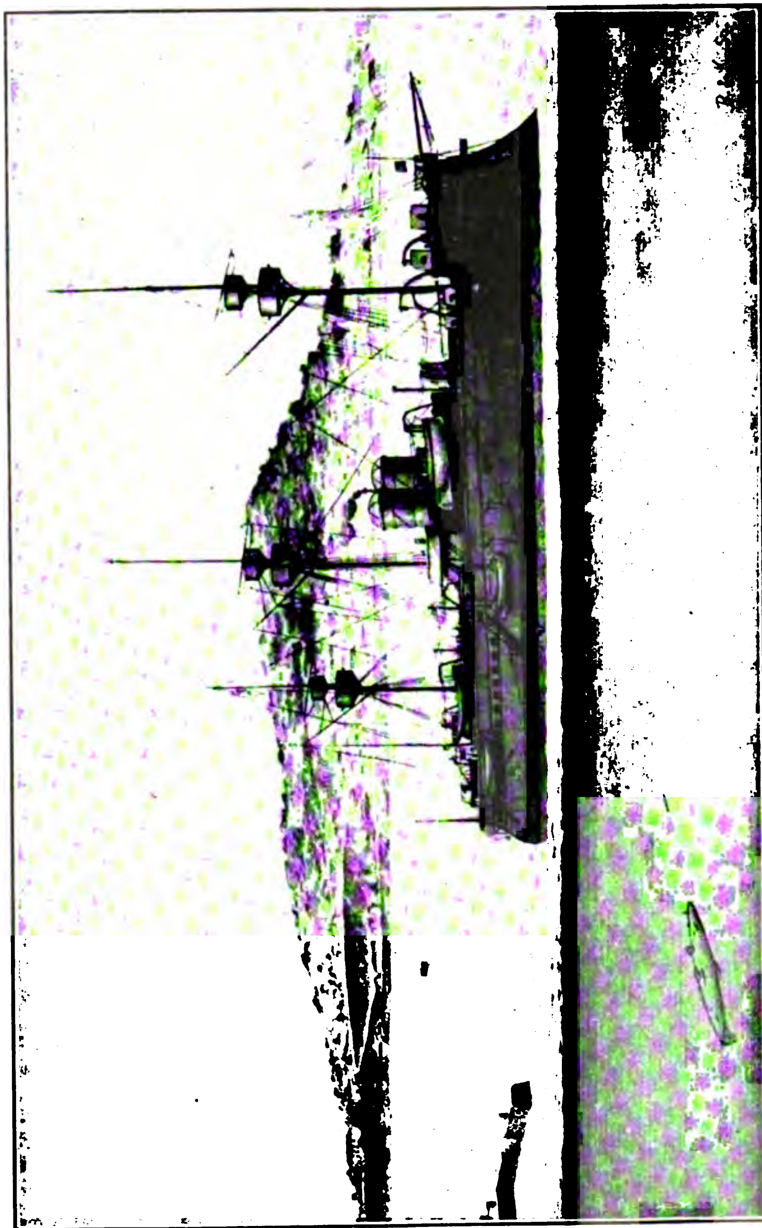


Fig. 225. — Torpilleur sous-marin lançant une torpille Witehead.

L'emploi de la dynamo comme moteur offre les avantages suivants :

1° Elle assure une marche absolument invisible, lorsque le sous-marin est en immersion ;

2° Elle ne vicie pas l'air renfermé dans la coque, et elle ne le raréfie pas, comme le ferait un moteur quelconque, ce qui permet de réduire considérablement le volume d'air comprimé dans les réservoirs et de limiter ce volume aux besoins de l'équipage et de certaines manœuvres ;

3° Elle n'exige pas de conserver une communication avec l'air extérieur, lorsque le sous-marin est en immersion.

Suivant les dimensions de son bateau sous-marin, M. Forest estime que la puissance motrice totale sera de 90 chevaux, soit deux moteurs de 30 chevaux de 75 kilogrammètres chacun, et, comme nous l'avons vu précédemment, une dynamo de 30 chevaux pouvant fournir dix heures de travail consécutif ou intermittent.

Le réservoir de pétrole contient 6 mètres cubes d'essence à 700 de densité, soit un poids de 4.200 kilogrammes.

Un moteur de 30 chevaux consommant 15 kilogrammes de pétrole par heure, soit donc une marche assurée de deux cent quatre-vingts heures, ou plus de onze journées en petite vitesse, et près de six journées en grande vitesse, les deux moteurs étant accouplés, plus dix heures de marche par la dynamo, les accumulateurs ayant été préalablement chargés.

Au concours ouvert, en 1896-1897, au Ministère de la Marine, pour l'élaboration d'un projet de torpilleur sous-marin, M. Forest a présenté trois projets complets, variant par les moteurs[1] et par le mode de propulsion. L'ensemble de ses travaux a été classé n° 3, le n° 1 n'ayant pas été attribué. M. Forest a reçu, comme deuxième récompense, un prix de 3.000 francs, et le Conseil des travaux a retenu son moteur à pétrole lourd et émis le vœu qu'il soit essayé sur un torpilleur.

[1] Livre II, *Force motrice et Propulsion.*

Barboza (1891)

Le bateau sous-marin de M. Virissimo Barboza de Souza, de Pernambouc, est indiqué de la façon suivante :

Il consiste en trois tronçons que l'on peut séparer à volonté, si l'un d'eux vient à subir une avarie grave.

Aucun détail n'est donné sur le mode d'attache des tronçons entre eux, ni des moyens de les détacher, ni sur la façon de passer d'un compartiment abandonné sur celui conservé.

Il n'y a même pas de porte d'entrée ou de sortie prévue.

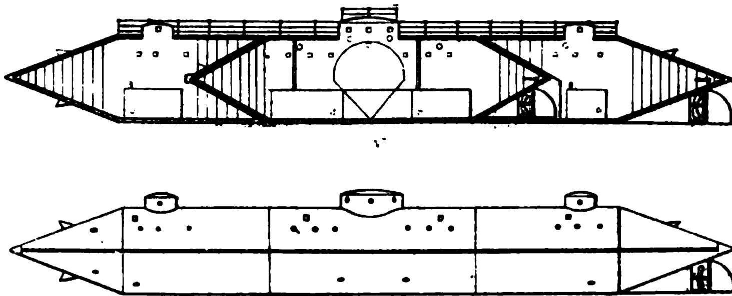


Fig. 226 et 227 (Barboza, 1891).

Quant aux détails de propulsion et d'immersion, ils manquent, comme ceux du brevet pris.

Bateau sous-marin italien *Audace*[1] (1892)

Le bateau sous-marin *Audace* a été construit sur les plans de M. Degli Abbati, ingénieur italien. Ce bateau est destiné à exploiter les richesses qui se trouvent au fond de la mer, soit les produits naturels, comme les éponges, le corail ou les huîtres perlières, soit les valeurs contenues dans les navires naufragés.

Cette destination toute spéciale conduisit M. Degli Abbati à envisager le problème de la navigation sous-marine sous une face absolument nouvelle.

[1] Journal de la Marine, *le Yacht*.

Pour que l'invention de M. Degli Abbati fût complète, il fallait donc qu'il imaginât un système de scaphandre garantissant l'homme des pressions excessives.

M. Degli Abbati s'est attaché à vaincre toutes ces difficultés. Après de nombreux tâtonnements, il arriva à dessiner un bateau de 32 mètres de long, répondant aux conditions voulues, et à inventer un scaphandre rigide et articulé fort ingénieux. Malheureusement le manque d'argent l'empêcha de réaliser complètement son programme. Il dut se contenter de construire l'*Audace*, réduction considérable de son projet primitif. Depuis le mois de janvier il expérimente ce petit sous-marin à Civita-Vecchia, autant pour se rendre compte des perfectionnements à apporter à son mécanisme que pour attirer l'attention publique sur son invention.

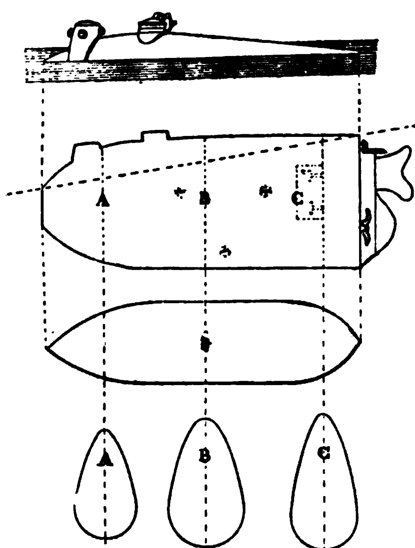


Fig. 228 à 233. — L'*Audace* (1892).

Les dimensions de *l'Audace* sont les suivantes : longueur, 8m,70 ; largeur, 2m,16 ; hauteur, 3m,50.

Ses formes, qui rappellent celles des poissons, ont été étudiées de façon à atténuer autant que possible la dureté des mouvements de roulis. La coque est constituée par une solide charpente en acier recouverte par un bordé également en acier dont, l'épaisseur varie de 12 millimètres à 23 millimètres. Les échantillons ont été calculés de façon que la carène puisse supporter une pression extérieure de 10 atmosphères sans subir de déformations appréciables. Théoriquement l'*Audace* peut donc descendre jusqu'à une profondeur de 100 mètres.

A l'avant du bateau et à sa partie supérieure s'élève une petite tourelle garnie de hublots, et qui sert de poste à gou-

verner. Vers le milieu se trouve un trou d'homme circulaire qui établit la communication avec l'extérieur lorsque le bateau flotte à la surface de l'eau. A babord, à mi-hauteur de la coque, est installée la porte par laquelle le scaphandre peut sortir du navire pour explorer le fond de la mer. Enfin, de chaque bord, sont installés trois hublots circulaires à travers lesquels passent les faisceaux de lumière électrique destinés à éclairer soit la route du bateau, soit les recherches et les travaux de l'équipage.

L'*Audace* peut se mouvoir soit à la surface, soit au sein de l'eau, au moyen d'une petite hélice. Il se dirige à l'aide de deux gouvernails, l'un de profil ordinaire, l'autre en forme de queue de poisson. Il possède un appareil qui fabrique de l'air respirable d'une manière continue, ainsi que des pompes qui produisent et règlent ses mouvements de montée et de descente. Tous les mécanismes sont mus par l'électricité. L'intérieur du bateau est également éclairé à l'électricité. L'équipage normal comprend cinq hommes.

Lors des expériences d'immersion qui ont eu lieu à la fin de l'année 1892, dans la passe de Civita-Vecchia, l'*Audace* ne descendit pas à plus de 16 mètres. Un des fils de l'inventeur reçut une blessure grave qui contraignit à arrêter l'essai et à remonter au plus vite à la surface de l'eau. Mais, néanmoins, on eut le temps de constater que les appareils fonctionnaient bien. L'air se renouvelait très suffisamment. La descente se réglait facilement. A la vitesse de 1 mètre par seconde, le bateau se déplaçait dans l'eau sans roulis ni secousse, aussi aisément qu'un ballon dans l'air.

John Auer (1892)

Le sous-marin Auer rentre dans la catégorie des sous-marins complètement électriques.

La coque est de forme cylindro-conique ; deux cloisons étanches la divisent en trois compartiments : celui AV et celui AR servent de réservoir d'air comprimé ; le compartiment du

milieu contient toute la machinerie, électromoteurs, accumulateurs, appareils d'immersion et de direction.

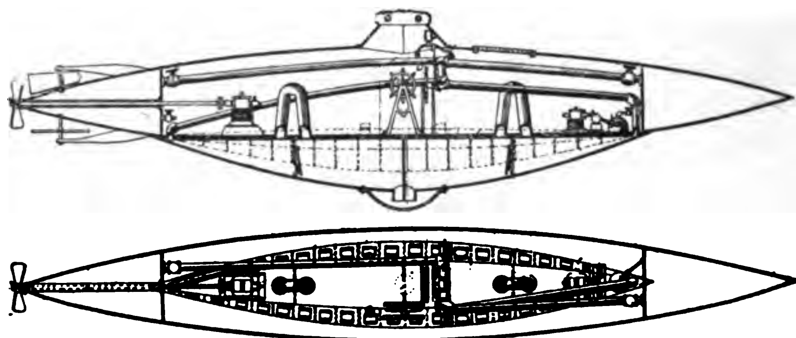


Fig. 234 et 235 (Auer, 1892).

Le réservoir d'immersion, divisé en quatre compartiments, forme appendice sous la coque; deux de ses cloisons sont munies de deux clapets à grand débit. Ils ont pour but d'empêcher l'eau de se porter toute à l'une ou l'autre des extrémités du réservoir d'immersion sous l'angle donné au bateau, soit pour plonger, soit pour monter. Au contraire, ces clapets s'ouvrent sous la pression de l'air comprimé, qui chasse l'eau des compartiments à la mer avec laquelle ils sont en communication constante.

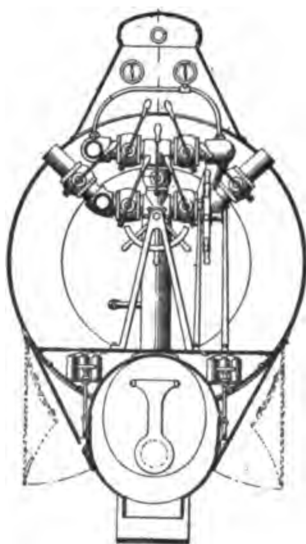


Fig. 236 (Auer, 1892).

L'immersion s'obtient par la manœuvre des valves d'air comprimé dont les six leviers sont à la portée de la main du pilote, qui laisse entrer l'eau nécessaire dans les réservoirs d'immersion.

La plongée s'opère sous l'action du gouvernail placé à l'AR, et la propulsion se fait par une hélice actionnée par un élec-

tromoteur, alimenté par une batterie d'accumulateurs placés à la partie inférieure de la coque et sous le plancher.

Pour accélérer la montée en cas d'accident, s'il n'était pas possible de vider les réservoirs d'immersion, de chaque côté de ce réservoir sont disposés des volets retenus par des boulons que l'on peut desserrer de l'intérieur du bateau.

Ces volets, une fois déboulonnés, laissent tomber à la mer un lest mobile ; le sous-marin ainsi délesté remonte immédiatement à la surface en vertu de sa densité spécifique.

Ce bateau comporte, en outre, un purificateur d'air qui sert en même temps de pompe de compression pour charger le réservoir d'air destiné à assurer l'habitabilité du sous-marin.

Toueur sous-marin *Goubet* (1892)

Signalons le toueur sous-marin de M. Goubet, qui doit fonctionner, entre Douvres et Calais, pendant la prochaine Exposition universelle de 1900.

Voici, d'après l'inventeur, la description de cet intéressant bateau :

C'est sur des bases, désormais indiscutables, qu'ont été établies les études complètes, plans, détails et devis de la transformation du sous-marin *le Goubet* en toueur sous-marin se tractionnant sur un câble ou sur une chaîne sans que l'équipage ait à s'occuper de la direction pour aller sûrement et sans aléas d'un point à un autre, quelle que soit la profondeur à laquelle le sous-marin doive naviguer et la distance qu'il doive parcourir dans ces conditions.

Les dispositions adoptées pour la construction de sa coque et du mécanisme complet, jusque dans ses moindres détails, reposent sur de multiples observations et des essais nombreux.

Les raisons peuvent être démontrées très rapidement, après un court aperçu concernant la stabilité du sous-marin.

La démonstration sur l'emploi du câble vient ensuite, les détails du mécanisme commandant chacune des manœuvres étant exposés plus loin.

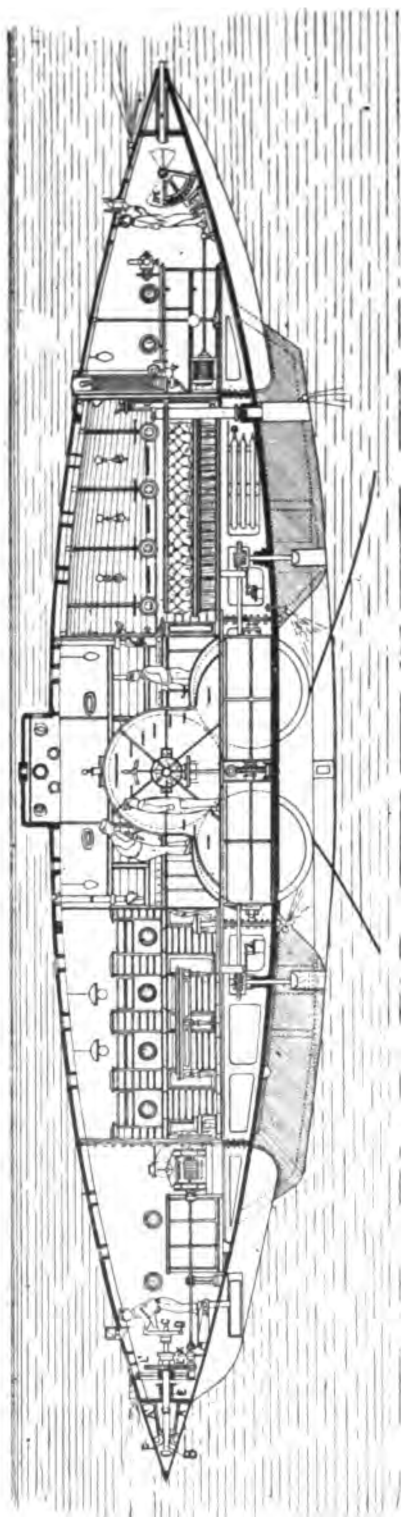


Fig. 237. — Toueur sous-marin de M. Goubet (1892).

Afin de mieux assurer la stabilité, les principaux organes du mécanisme : dynamos ou autres moteurs quelconques, batteries électriques, cylindres-réservoirs d'eau, poulies, pompes à air et à eau, etc., sont installés dans le compartiment central.

La plupart de ces organes les plus lourds reposent au fond du sous-marin ; aucun ne dépasse le métacentre.

Le câble vient s'appliquer directement sur les 3/5 de la circonférence de la poulie centrale de commande actionnée par le moteur aux vitesses voulues ; l'axe de cette poulie est situé au point d'intersection du grand axe longitudinal et de l'axe transversal au maître-ban. Cette disposition a pour but d'éviter les inclinaisons longitudinales que pourrait subir le sous-marin, si le câble, avant d'arriver sur la poulie centrale, passait préalablement sur des poulies fixées à son avant et à son arrière.

En effet, le câble étant immergé, ainsi qu'un câble télégraphique, sur les fonds

inégaux de la mer, présenterait, étant soulevé jusqu'à la ligne suivie par le sous-marin, et ce à chaque instant, des différences de poids soit sur l'avant, soit sur l'arrière, proportionnellement aux profondeurs et aux hauts-fonds sur lesquels il repose.

Les inclinaisons sont donc évitées par cette disposition en ce qui concerne les différences du poids du câble résultant de ce qui vient d'être dit; elles n'influent absolument en aucune façon sur la régularité, comme profondeur, de la ligne suivie par le sous-marin en raison de l'emploi de son régulateur automatique d'immersion, qui lui interdit la moindre déviation verticale.

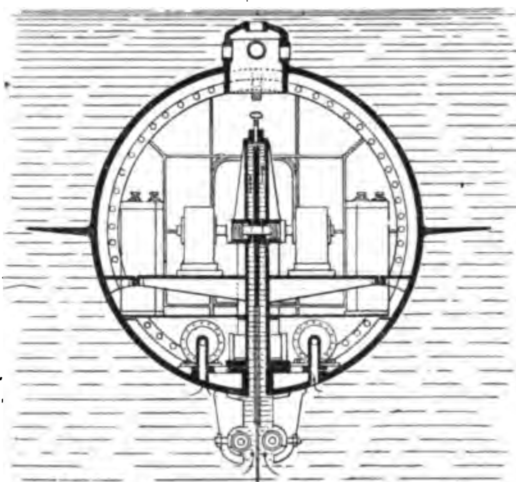


Fig. 238. — Coupe transversale.

L'entrée du câble sur la poulie centrale est assurée :

1° Par les quatre rouleaux horizontaux installés dans le poids de sûreté et dont l'écartement laisse strictement l'espace nécessaire pour son passage entre eux ;

2° Par les deux poulies guides installées chacune d'un côté de la poulie centrale.

Les leviers de commande automatique des gouvernails verticaux et horizontaux, qui interdisent au sous-marin la moindre déviation de l'axe de son câble, ainsi qu'aucune inclinaison longitudinale, débarrassent ce dernier de tous corps étrangers, herbes, etc., au moyen de guides. Il est utile de faire remarquer que, pour la transmission par câble d'une force quelconque sur un parcours déterminé, ce câble est forcé d'envelopper constamment la moitié de chacune des poulies, et ce proportionnellement aux diamètres des poulies et au chemin parcouru.

Dans le cas présent, le câble, composé de fils de laiton, ne se courbe qu'une seule fois sur la poulie, quelle que soit la distance à parcourir.

En cas d'abandon forcé du câble, pour une cause quelconque, les expériences officielles ont démontré et attesté que le sous-marin *le Goubet* peut se diriger avec sécurité au moyen de son hélice mobile.

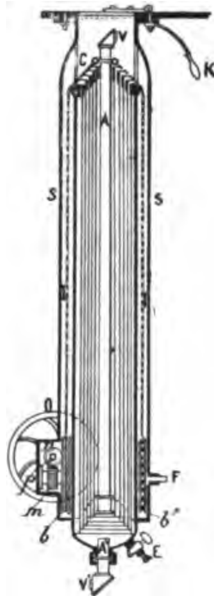


Fig. 239.
Tube optique télescope.

Les dessins représentent le nouveau sous-marin en coupe longitudinale (*fig.* 237), en coupe transversale (*fig.* 238);

Figure 239, coupe du tube optique télescope;

Figure 241, et coupe verticale et plan de la commande automatique du gouvernail vertical par l'aiguille de la boussole;

Figure 243, et commande automatique du même gouvernail par le câble lui-même.

Description. — Cet appareil permet à l'équipage du sous-marin de prendre très exactement des points de repère à la surface de la mer, celui-ci naviguant à des profondeurs déterminées.

Cet appareil, assimilable à un télescope, se compose d'une série de tubes en métal rentrant les uns dans les autres et munis chacun d'un joint étanche.

Le tube central A porte à son extrémité supérieure :

1° Un prisme à réflexion totale V;

2° Des anneaux auxquels sont amarrées les extrémités des câbles en laiton I, I', enroulées sur les poulies *b*, *b'*. Son extrémité inférieure est fermée par une glace ou une lentille.

Ce tube optique télescope est enchâssé dans une enveloppe en bronze C, fixée à la paroi supérieure de la coque du sous-marin.

Son ouverture supérieure, pratiquée également dans la coque, pour le développement du tube optique, est obturée par

un couvercle-clapet qui se déplace au moyen du levier k. Cette enveloppe fait corps avec des renflements s, formant conduits, dans chacun desquels passe un des câbles en laiton. Elle sert aussi de support à l'arbre F, sur lequel sont clavetées les poulies b, b', et une roue dentée m, ainsi qu'à l'arbre p, sur lequel est clavetée la vis sans fin n, actionnant la roue dentée m, au moyen du volant O.

A sa partie inférieure et très exactement dans l'axe du tube central A, est fixé un petit tube A′ portant aussi une lentille ou une glace à son extrémité supérieure, et un prisme à réflexion totale V′, à son extrémité inférieure. Sur le côté est fixé un robinet à deux issues E permettant, dans l'espace compris entre le fond de cette enveloppe et les tubes repliés sur eux-mêmes, l'introduction de l'air comprimé, à la pression nécessaire, pour la manœuvre du tube optique, puis sa sortie, les observations ayant été faites.

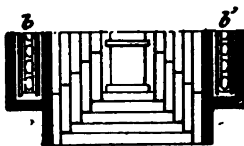


Fig. 240.

Fonctionnement. — L'équipage veut se rendre compte de ce qui se passe à la surface de la mer, le sous-marin naviguant, par exemple, à 6 mètres de profondeur.

Pour obtenir ce résultat, il suffit d'ouvrir le robinet j, afin de permettre l'introduction de l'air comprimé à une pression susceptible de vaincre celle faite par l'eau environnant le sous-marin, soit 0^{kg},6152 par centimètre carré, plus le coefficient de frottement des joints étanches des tubes.

Ceci fait, l'observateur tourne dans le sens voulu le volant o; le déroulement du câble s'opère et permet au tube optique télescope de se développer sous l'action de la pression d'air comprimé; l'observateur, tout en regardant par le prisme à réflexion totale V′, tournera le volant O jusqu'à ce que le prisme à réflexion totale v, dépassant la surface de la mer, lui permette de prendre tous les points de repère désirés et de faire toutes les observations nécessaires.

Ce résultat obtenu, il tourne le volant O en sens contraire, jusqu'à ce que le tube optique soit replié normalement. Il fait

cette opération en laissant s'échapper, par le robinet *j*, l'air comprimé, de façon que la pression d'eau trouve constamment une certaine résistance jusqu'à la fin de l'opération.

Il referme ensuite le couvercle-clapet.

Pendant cette opération de la prise des points de repère, les câbles en laiton I, I', ont rempli l'office de haubans à l'égard du tube optique développé, et la pression d'air comprimé supérieure à celle de l'eau environnant le sous-marin n'a pas permis la moindre introduction de cette eau par un joint quelconque.

Un robinet est disposé pour la vidange.

Sur le dessin d'ensemble (*fig.* 237), on a représenté deux tubes optiques dans la chambre des machines.

Ce système est appliqué dans le compartiment d'avant du toueur sous-marin, mais en appliquant une toute autre fonction que celle du tube optique télescope.

Il est utilisé dans le but de pouvoir faire sortir de l'intérieur du sous-marin, étant à la surface, un mât très solide portant une voile latine gréée à l'un des câbles-haubans et manœuvrée aussi de l'intérieur.

Le prisme supérieur V est remplacé par une lampe électrique comme signal de nuit. Cette installation est faite pour le cas où le câble ayant été abandonné pour une cause quelconque, la marche à l'hélice ne pourrait plus avoir lieu par la raison d'épuisement des matières produisant la force motrice, et ce comme conclusion, afin que le sous-marin ne reste pas en détresse.

L'hélice (*fig.* 237), dont les ailes A, A', sont couchées dans les cavités ménagées dans la coque du sous-marin, peut également assurer sa marche en cas d'abandon forcé du câble pour une cause quelconque. Ces ailes A, A' sont terminées par des secteurs engrenant de chaque côté d'une crémaillère double B, faisant corps avec l'arbre moteur C. Cet arbre fileté, à son autre extrémité, est commandé par le volant D, dont le noyau, formant écrou, ne peut se déplacer.

L'homme d'équipage de service dans le compartiment d'arrière, en tournant dans le sens voulu le volant D, fait

glisser l'arbre C dans son fourreau E, lequel fait corps avec la pièce F supportant les ailes de l'hélice.

Les ailes A, A′, relevées perpendiculairement et, par suite, dégagées de leurs encastrements, sont libres d'opérer le mouvement qui leur sera transmis par la dynamo, par l'intermédiaire des roues à dents hélicoïdales L, L′.

La direction est obtenue au moyen d'une barre de secours fixée sur le secteur *m*, qui commande le gouvernail vertical.

Cette application a pour but d'obtenir automatiquement que la plus légère déviation du sous-marin, par rapport à l'axe du câble qui lui sert de guide, soit rectifiée instantanément, quelle qu'en soit la cause ; elle est basée sur le système du régulateur automatique assurant la régularité parfaite de l'immersion.

Cet appareil se compose d'une boussole à l'aiguille de laquelle, quelle que soit la direction suivie, on fixe un petit taquet en ébonite I, terminé par un contact en cristal (*fig.* 242). Au moindre déplacement de l'aiguille, motivé par une déviation quelconque du sous-marin de la ligne à suivre sur son câble, le taquet I vient toucher l'un ou l'autre des points de contact en cristal C, C′, fixés à la partie supérieure des deux pendules E, E′.

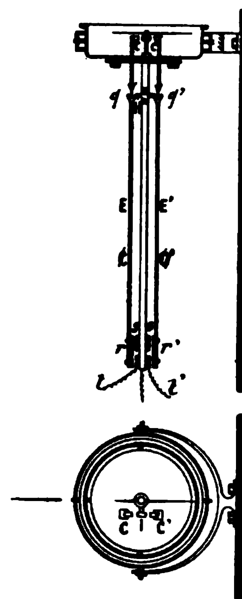


Fig. 241 et 242. — Commande automatique du gouvernail vertical par l'aiguille de la boussole.

Ces deux pendules en ébonite, montés sur couteaux, aux points d'appui *q*, *q′*, portent chacun à leur extrémité inférieure un point de contact, ou commutateur *rr′*. Entre ces deux pendules est placée une règle-support en ébonite, H, fixée sous la boussole ; elle supporte les points d'appui *q′* des couteaux des pendules et est terminée, à son extrémité inférieure, par les points de contact *s*, *s′*, récepteurs de la force électromotrice, et

par les points de contact t, t', transmettant cette force à une machine dynamo (avant ou arrière), selon que les commutateurs r ou r' viendront établir la communication entre s et t ou s' et t' par un déplacement de l'aiguille, et, par suite, du taquet I faisant osciller l'un ou l'autre des pendules C et C'.

Tout cet appareil, suspendu à la boussole, est parfaitement équilibré.

Les fils qui transmettent la force électromotrice sont disposés de façon à ne pas contrarier la moindre orientation de la boussole.

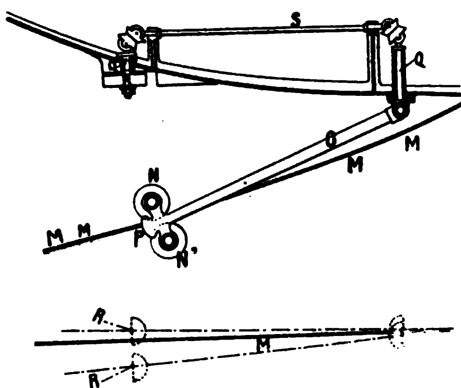


Fig. 243. — Commande automatique du gouvernail vertical par le câble sur lequel le sous-marin se tractionne.

La dynamo, au moyen d'organes de transmission, actionne donc le gouvernail vertical ; mais cette transmission est faite par intermittence, ainsi que cela existe déjà dans le sous-marin *le Goubet*, pour les déviations verticales de son hélice mobile. A cet effet, un embrayage à désenclenchement automatique, installé dans la roue de commande du gouvernail vertical, ne lui fait décrire qu'un arc de cercle limité, mais répété autant de fois qu'il est nécessaire pour établir la rectitude de la marche du sous-marin.

Ce résultat obtenu, la dynamo s'arrête, car l'aiguille de la boussole étant revenue à sa position primitive et les pendules ayant repris la leur, la communication de force électromotrice n'existe plus.

Cette disposition est appliquée dans le compartiment d'avant du toueur sous-marin, pour la manœuvre, par le pendule des gouvernails horizontaux, afin d'obtenir une parfaite stabilité longitudinale.

Le câble M, avant de passer sur la poulie centrale, sert de point d'appui, à une certaine distance du milieu du sous-marin, à deux poulies N, N′, qui l'enveloppent, les diamètres extrêmes de leurs joues faisant contact.

Elles sont montées sur un levier à deux branches O; les axes de ces poulies font la jonction des deux branches formant à ce point extrême un guide P, dont les bords extérieurs sont tranchants; l'autre extrémité de ce levier O est reliée à l'arbre Q par une charnière qui permet aux poulies N, N′ de suivre tous les mouvements verticaux du câble, tout en faisant tourner l'arbre Q, à droite ou à gauche, si une déviation quelconque du sous-marin demandait une rectification de sa ligne de route par rapport à l'axe du câble. L'arbre Q commande le gouvernail vertical R, au moyen des deux joints Goubet reliés à l'arbre Q′ par l'arbre S.

Il est donc facile de se rendre compte par le dessin que la moindre déviation du sous-marin sera instantanément rectifiée; en effet, le gouvernail R et le point Q doivent toujours être sur la même ligne verticale. Si R s'écarte de cette ligne, le câble P le ramène en arrière en faisant décrire au gouvernail le déplacement exactement nécessaire pour que tout soit remis en état direct.

Cette disposition est applicable également à la manœuvre des gouvernails horizontaux, conjointement avec le pendule situé dans le compartiment d'avant.

Un berceau encastrant très exactement les formes et le poids de sûreté du sous-marin est installé sur un chariot monté sur huit roues reposant sur des rails fixés sur longrines en fer.

Ces longrines, assemblées et disposées de façon à former un chemin incliné, permettent au chariot d'être placé à une profondeur de 5 mètres au-dessous de la surface de la mer, suivant les endroits où existent des marées.

Le sous-marin, guidé par son câble, vient, en reposant sur son poids de sûreté, se placer doucement dans le berceau qui encastre ses formes; le câble est relié à cet endroit à une chaîne qui vient s'enrouler dans des empreintes ménagées

dans les joues de la poulie centrale. Le sous-marin se met en marche, et, se tractionnant sur cette chaîne, calculée suivant l'effort demandé par l'angle du chemin incliné qu'il doit remonter, il sort complètement de l'eau. Il entre en gare sur son chariot, donnant ainsi toutes les facilités possibles pour le débarquement des voyageurs, des bagages et des colis de la poste.

La visite de la coque de tous les organes extérieurs est assurée après chaque voyage.

Le départ s'effectue dans les mêmes conditions.

Lorsque le sous-marin arrive à flottaison, il quitte son chariot pour parcourir la route tracée, trouvant à son arrivée les mêmes dispositions.

Un autre moyen peut être employé : la chaîne, fixée au chariot directement, peut être enroulée sur un treuil actionné par un moteur quelconque installé dans la gare.

Torpilleur sous-marin autonome de M. Backer (1892)

M. Backer construisit et expérimenta un torpilleur sous-marin autonome mesurant 14 mètres de longueur sur 2m,70 de diamètre jaugeant 20 tonnes.

Pour équilibrer parfaitement son bateau, lorsqu'il est au

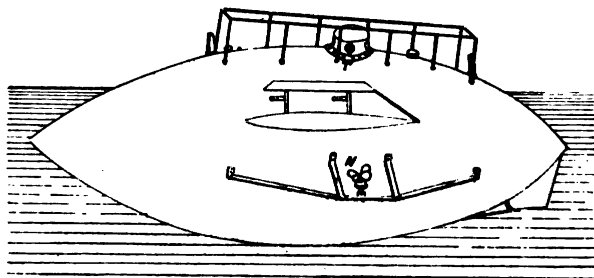


Fig. 214. — Le *Backer* (1892).

repos. M. Backer s'est attaché à lui donner des lignes de contour uniformes et symétriques; la périphérie au contour exté-

rieur général est elliptique, et les extrémités sont terminées en pointe ou en forme de coins.

La longueur du bateau, par rapport à son plus grand diamètre vertical, est dans la proportion de 4 à 1, et le diamètre

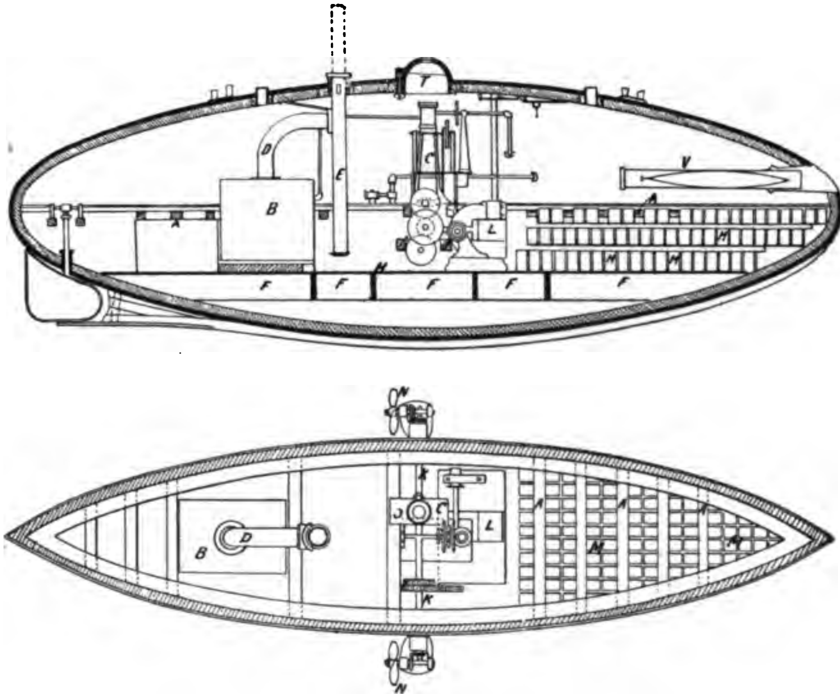


Fig. 245 et 246 (Backer, 1892).

Longueur, 14 mètres; largeur, $2^m,70$; hauteur, 4 mètres; tonnage, 20 tonneaux; propulsion mixte (par la vapeur en émersion, par l'électricité en immersion); immersion par hélices.

vertical, par rapport au diamètre transversal, est dans la proportion de 2 à 1.

La coque est construite en bois et recouverte d'une tôle métallique; on peut, en outre, donner une ossature en acier à la coque en bois, et le revêtement peut être effectué en tôles de chaudières; une rangée de poutrelles A entretoisent convenablement les côtés du bateau et servent en même temps à le

diviser centralement et longitudinalement en ponts supérieurs et inférieurs.

Pendant la marche à la surface, la force motrice est fournie par une chaudière ordinaire B de 60 chevaux, type Robert de Chas, P. Willard and C°, de Chicago ; la vapeur est amenée à une machine motrice C, laquelle actionne l'arbre K des hélices ;

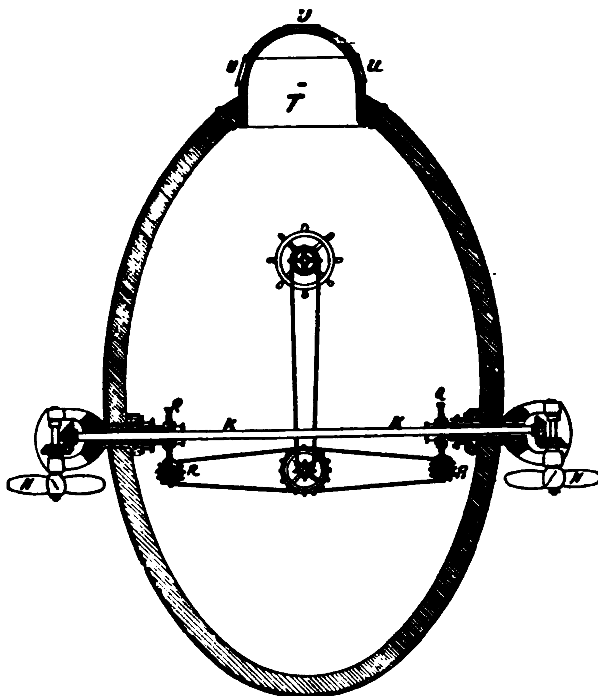


FIG. 247. — Coupe transversale du *Backer*.

l'évacuation des gaz de la combustion se fait à l'aide d'une cheminée D, qui aboutit à une autre cheminée verticale E débouchant à la partie supérieure du bateau. Cette seconde cheminée est perforée près de sa base, de façon à pouvoir communiquer avec l'orifice de celle du foyer de la chaudière, lorsqu'elle est dans sa position élevée (tracé en éléments). Pendant les périodes d'immersion, on descend la cheminée, sa paroi non perforée

bouche hermétiquement l'ouverture de la cheminée de la chaudière et empêche ainsi tout dégagement de gaz à l'intérieur. Un dispositif spécial, placé à la partie supérieure de la cheminée verticale, assure une étanchéité parfaite.

La propulsion, dans ce cas, est obtenue par une dynamo L, type MS, et marchant sous une tension de 220 volts, de la force de 50 chevaux, et dont la source d'électricité est fournie par 232 accumulateurs Woodward. Cette machine est accouplée également avec l'arbre moteur, de sorte que, pendant les haltes, ou à vitesse réduite, on puisse recharger les accumulateurs en actionnant la dynamo à l'aide de la machine motrice. La chaudière et la machine à vapeur peuvent être au besoin supprimées, les accumulateurs pouvant être chargés par des sources d'électricité extérieures au bateau.

L'appareil de propulsion se confond avec celui de direction au moyen d'hélices mobiles N, symétriquement placées au milieu des parois latérales du bateau. Ces hélices (*fig.* 248) sont montées sur des arbres courts portés par des coussinets O formant manchon autour de l'arbre moteur principal K sur lequel ils peuvent tourner.

Des pignons d'angle, montés respectivement sur les extrémités de l'arbre moteur principal et engrenant avec des pignons semblables montés sur les arbres des propulseurs, actionnent les hélices. L'étanchéité est assurée par des presse-étoupes convenablement disposés dans des manchons et supportés par des colliers O'.

Aux extrémités de ces manchons, qui sont placés à l'intérieur du bateau, sont fixées des roues Q à dents hélicoïdales, engrenant avec une vis sans fin R, dont la commande se fait à la main.

M. Backer estime que, suivant la rotation de ces vis sans fin, les propulseurs se déplaceront suivant un arc de cercle autour de l'arbre principal qui les met en mouvement et, par suite, la direction du mouvement du bateau est réglée simplement par le déplacement des propulseurs par rapport à l'arbre principal; grâce à ce réglage, le bateau peut être mû en avant

ou en arrière, à la surface de l'eau ou sous l'eau, ou bien il peut s'enfoncer dans l'eau ou sortir de l'eau, suivant des directions d'angle quelconques.

La place particulière assignée aux propulseurs est de la plus haute importance pour la manœuvre d'un bateau sous-marin. En effet, si l'appareil propulseur était placé plus près d'une des extrémités du bateau que l'autre, la tendance à s'enfoncer ou à s'élever dans l'eau dépendant de la position des propulseurs serait instable et variable. Mais en disposant les

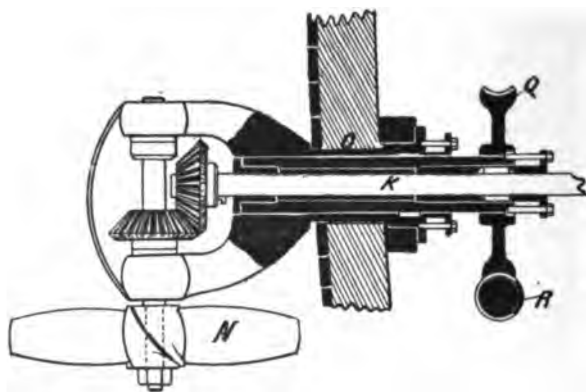


Fig. 248. — Hélice mobile du *Backer*.

propulseurs environ au milieu des parois latérales du bateau, l'équilibre n'est pas troublé par le fonctionnement des propulseurs.

De plus, l'immersion totale du bateau est obtenue par l'introduction de l'eau au moyen d'une pompe Duplex Worthington dans un compartiment F et dont les côtés sont formés par des cloisons étanches et la partie supérieure par le plancher H supportant les machines.

Un lest permanent F sert à maintenir la stabilité du bateau sur sa quille.

Une coupole T, disposée à la partie supérieure du bateau, est munie de hublots vitrés U, U, au travers desquels on peut faire des observations. Cette coupole possède un couvercle qui,

lorsqu'il est en place, forme joint étanche et peut être soulevé au-dessus de son siège à l'aide d'une tige *t*; dans cette dernière position, cette coupole peut être déplacée latéralement, de façon à laisser à découvert une grande ouverture pour l'admission de l'air ou le passage des hommes et des approvisionnements.

Comme armement, ce sous-marin possède un tube lance-torpilles V, débouchant à la coque du bateau et permettant le lancement d'une torpille automobile. On peut également transformer ce tube en un canon sous-marin.

Indépendamment de son pouvoir défensif, le sous-marin de M. Backer peut servir à l'exploration d'épaves à la suite de naufrages, d'inspections sur la nature du lit des lacs ou autres masses d'eau, en vue d'établir des fondations ou autres constructions sous-marines, la pose et la vérification de câbles télégraphiques et autres et, en général, tous les cas où il y a lieu d'exécuter un travail sous l'eau.

La première expérience de ce bateau eut lieu le 29 avril 1892, où M. Backer resta enfermé avec son second, M. Goddard, pendant une heure cinquante minutes, pour s'assurer de la stabilité de son bateau.

Quelque temps après, le 20 mai, M. Backer, toujours accompagné de son second et d'un rédacteur du *Western Electrician*, fit une seconde expérience dans la rivière du Détroit jusqu'à son intersection avec la rivière Rouge. Voici, du reste, le récit du voyage fait par le rédacteur du journal, qui fit part des émotions qu'il éprouva dans ce voyage sous-aquatique :

« Après avoir fermé la tourelle, M. Goddard s'occupa de vérifier les machines. Peu d'instants après, de brefs commandements et des remarques, s'échangeant entre les deux hommes, donnaient une idée de la manœuvre et, enfin, de ce qui allait se passer. « Laissez entrer l'eau, Goddard. — Là, elle vient. — Attendez une minute, nous pourrions échouer. — Videz les réservoirs, etc. » Tous ces ordres étaient accompagnés par les signaux rapides d'une sonnerie, sans compter le bruit assourdissant des vagues clapotantes; tout cela faisait oublier le danger personnel... »

Le reporter était plongé dans ses réflexions, lorsque Goddard, lui touchant l'épaule, attira son attention vers une des petites fenêtres latérales de la tourelle. Depuis que le couvercle était fermé, M. Backer avait graduellement augmenté le poids du bateau en remplissant d'eau les réservoirs, et le sous-marin s'enfonçait de plus en plus.

A ce moment, la surface de l'eau arrivait au centre des hublots ; en passant la tête et les épaules dans la tourelle, on pouvait jeter un dernier regard sur le monde extérieur ; l'œil était exactement au niveau de la crête des lames qui clapotaient aux vitres et permettaient encore d'apercevoir, par instants, la côte et la petite embarcation qui suivait en travers du sillage... L'ambition du reporter était d'aller sous l'eau, d'être complètement submergé ; il n'attendit pas plus longtemps. « ... Encore un peu plus d'eau, Goddard. » Tel fut le dernier ordre et, à ce moment, les hélices marchant à toute vitesse, le reporter regarda à travers la vitre et vit que l'eau entourait le bateau complètement immergé.

Le *Katahdin*, bélier garde-côtes américain[1] (1893)

Le journal *le Yacht* signale, dans un très intéressant article, la description et les essais d'un garde-côtes submersible lancé à Bath, le 4 février 1893, et dont nous allons donner les principaux passages :

Le *Katahdin* est une sorte de radeau cuirassé dont les formes offrent une très grande analogie avec celles des navires de commerce américains du type dit « Whaleback[2] ». La coque, qui s'élève très peu au-dessus de l'eau, peut s'immerger en partie pour diminuer la prise qu'elle offre aux coups de l'ennemi. Elle est protégée par une cuirasse que la forme et les conditions de combat du navire ont permis de réduire dans des proportions considérables sans diminuer d'une façon correspondante sa puissance défensive.

[1] *Le Yacht.*
[2] Dos de baleine.

La puissance offensive du *Katahdin* réside uniquement dans son éperon. Il ne porte en effet qu'une artillerie qui paraît plutôt destinée à le protéger contre les attaques des torpilleurs et des croiseurs-torpilleurs.

Les plans du *Katahdin* sont dus à l'amiral Daniel Ammen ; ils lui ont été inspirés par le rôle qu'ont joué les monitors américains pendant la guerre de Sécession.

La construction de ce navire a été décidée le 2 mars 1889, par un vote du Congrès, et le marché pour la construction a été passé, le 2 janvier 1891, avec la « Bath Iron Works Company ».

D'après ce marché, le *Katahdin* doit donner aux essais une

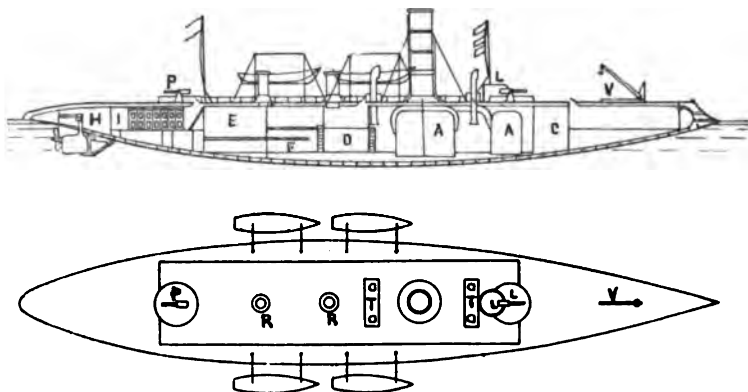


Fig. 249 et 250.

Le *Katahdin* — Coupe longitudinale et vue en plan ; V, grue pour la manœuvre des ancres ; C,D, soutes à charbon ; A,A, chaudières ; E,F, compartiments des machines ; I, logement de l'état-major ; H, compartiment du servo-moteur manœuvrant le gouvernail ; P,L, tourelles barbettes ; R,R, prises d'air pour la ventilation artificielle des machines et des logements ; T,T, manches à vent de la chaufferie.

vitesse de 17 nœuds ; et il devait être terminé en dix-huit mois ; son prix est de 4.650.000 francs. La vitesse considérable exigée par le Navy Department et le peu de temps accordé pour la construction ont sans doute effrayé les constructeurs, car la Bath Iron Works Company avait seule soumissionné pour l'adjudication.

Le 27 mars 1892, le Navy Department apporta quelques modifications au plan primitif. Le bateau fut allongé de 1m,40

et muni d'une artillerie légère. Mais, quel que soit le temps supplémentaire accordé à l'occasion de ces modifications, il est certain que le délai total a notablement été dépassé.

Les principales dimensions du *Katahdin* sont les suivantes :

Longueur totale	76^m,30
Longueur à la flottaison normale	76^m,05
Largeur totale	13^m,07
Largeur à la flottaison normale	12^m,61
Creux	6^m,38
Tirant d'eau normal	4^m,56
Déplacement correspondant au tirant d'eau normal	2.155 tonneaux

Coque. — La coupe au maître ci-jointe montre la forme de la carène du navire. La partie inférieure, très analogue à la coupe d'une cuvette, se rattache à angle vif à la courbe du pont. Cet angle est d'environ 19° ; sur toute la longueur du navire, son sommet se trouve à une profondeur de 0^m,15 au-dessous de la flottaison normale. Les fonds du *Katahdin* ressemblent, en somme, à ceux des anciens monitors américains, en particulier à ceux du *Rochambeau*, acheté jadis par le Gouvernement français; mais ce qui différencie le *Katahdin* de ces derniers navires, ainsi que de la plupart des garde-côtes anglais et français actuellement existants, c'est la forme de son pont, directement inspirée des whalebacks. La coupe de ce pont est un arc de cercle dont le sommet s'élève, au milieu de la longueur du navire, à 1^m,80 au-dessus de la flottaison normale.

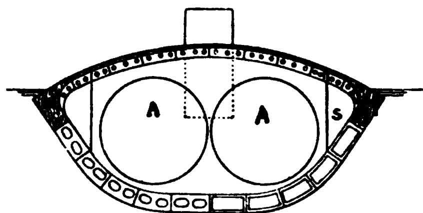


Fig. 251. — Le *Katahdin*. — Coupe au maître ; A, A, chaudières ; M, matelas de la cuirasse ; S, coursive de circulation.

La coque est construite dans le système longitudinal ; les lisses sont continues de l'avant à l'arrière ; les couples, au contraire, sont formés de morceaux interrompus à chaque lisse.

De chaque côté de la quille se trouvent trois lisses étanches,

y compris la lisse tablette, qui supporte le matelas de la cuirasse des flancs.

Le double fond qui règne sur presque toute la longueur du navire a une hauteur de $0^m,60$; il est divisé en soixante-douze compartiments étanches par les lisses et les couples étanches qui sont au nombre de treize. Ce double fond peut contenir environ 200 tonneaux d'eau ; lorsqu'il sera rempli, ce qui aura lieu pendant le combat, l'angle de jonction du pont et de la carène se trouvera à environ $0^m,30$ au-dessous de la surface de l'eau. Les barrots qui supportent le pont et sa cuirasse sont formés de tôles et de cornières; leur hauteur est de $0^m,375$. L'intérieur de la coque est divisé en nombreux compartiments étanches, par les cloisons transversales qui séparent les différentes soutes, les chaufferies et les chambres des machines, et par les cloisons longitudinales qui ménagent les passages en abord. L'éperon du *Katahdin* est en acier fondu et pèse environ 11 tonnes. Il est réuni à l'étrave et porte une râblure dans laquelle les tôles de bordé viennent s'encastrer.

Cuirasse. — Le pont porte une cuirasse dont l'épaisseur varie de $0^m,05$ au milieu du pont à $0^m,15$ en abord. Cette cuirasse repose directement sur la tôle du bordé. La coque est également cuirassée sur une hauteur de $1^m,50$. L'épaisseur du cuirassement est de $0^m,15$ sur la première moitié de cette hauteur et de $0^m,075$ sur la moitié inférieure. Cette cuirasse est appuyée sur un matelas en bois d'environ $0^m,50$ d'épaisseur. Tous les organes qui s'élèvent au-dessus du pont sont également cuirassés, au moins sur une certaine hauteur. Le blockhaus, dans lequel se trouvent les appareils à gouverner, a une épaisseur de $0^m,45$ (matelas et cuirasse compris). La base de la cheminée, ainsi que celles des prises d'air des ventilateurs sont protégées par un blindage de $0^m,15$ d'épaisseur.

Appareil moteur. — L'appareil moteur se compose de deux machines horizontales à triple expansion actionnant chacune une hélice. Les cylindres à haute pression ont un diamètre de $0^m,635$; les cylindres intermédiaires, un diamètre de $0^m,914$ et les cylindres à basse pression, un diamètre de $1^m,422$. La

course du piston est de 0^{m},914. Les bielles, tiges de pistons, arbres, sont en acier; ces derniers sont creux. Les pompes à air, les pompes alimentaires et de circulation d'eau froide dans le condenseur sont mues par des machines spéciales.

A l'allure de 150 tours, la puissance des machines est de 4.800 chevaux. En flottaison normale, la vitesse correspondant à cette puissance doit être de 17 nœuds. Les hélices sont en bronze manganésé; leur diamètre est de 3^{m},19 et leur pas de 4^{m},60.

L'appareil évaporatoire se compose de deux chaudières cylindriques du type écossais à foyers adossés et d'une chaudière de même type à foyers simples. Le diamètre des chaudières est de 4^{m},10; elles contiennent en tout neuf foyers d'un diamètre de 1^{m},06. La surface de grilles totale est de 32^{m2},88, et la surface de chauffe totale est de 1.128 mètres carrés. Des ventilateurs refoulant de l'air dans les chaufferies permettent l'emploi du tirage forcé en vase clos. Les escarbilles et les cendres sont évacuées au dehors, au moyen d'escarbilleurs à vapeur. Les soutes à charbon peuvent contenir 237 tonnes de combustible, mais l'approvisionnement normal n'est que de 175 tonnes.

Les logements des officiers et de l'équipage sont installés sous le pont cuirassé. Ils sont éclairés à la lumière électrique et aérés artificiellement au moyen de ventilateurs. L'état-major se compose de sept officiers, et l'équipage de quatre-vingt-onze hommes dont soixante et onze mécaniciens.

Armement. — L'artillerie du *Katahdin* comprend deux canons en tourelles barbettes placées dans l'axe aux deux extrémités du bateau et quatre canons à tir rapide de six pounders installés en abord.

D'après le marché, les constructeurs s'engagèrent à fournir un appareil moteur développant au moins 4.800 tonneaux et garantissaient à toute puissance une vitesse d'au moins 17 nœuds. Bien que la puissance développée à plusieurs reprises pendant les essais ait notablement dépassé le chiffre prévu, la vitesse resta toujours bien inférieure au chiffre de 17 nœuds exigé par le contrat. Cependant la Bath Iron Works Company

n'hésita pas à dépenser des sommes considérables pour remédier à ce défaut de vitesse. Elle essaya quatre modèles d'hélices différents.

L'historique de ces essais est des plus intéressants. Il montre à quels mécomptes sont exposés les constructeurs lorsqu'ils garantissent des chiffres de vitesse pour des bâtiments de formes entièrement nouvelles.

Le premier essai préliminaire du *Katahdin* eut lieu le 10 décembre 1894. Les hélices alors en place avaient 3^{m},20 de diamètre et 4^{m},62 de pas. Quoique la carène fût très sale, le bâtiment atteignit 14^{n},4, la puissance correspondante des machines étant seulement de 2.440 chevaux. Le chiffre élevé du recul des hélices à cette vitesse, 27,4 0/0, détermina les directeurs de la Bath Iron Works Company à changer les propulseurs, avant la continuation des essais. On profita de cette opération pour nettoyer et repeindre la carène.

En mars 1895, le *Katahdin* recommença ses essais préliminaires avec des hélices de 3^{m},35 de diamètre, 4^{m},37 de pas. Afin de diminuer le recul, la surface totale des ailes, qui primitivement était de 2^{m2},75 fut portée à 3^{m2},2. Une première fois le bâtiment fila 15^{n},71 en développant 4.124 chevaux seulement; le recul des hélices étant descendu à 22 0/0. Mais, dans un second essai à outrance, pendant lequel les machines développèrent 5.750 chevaux, le *Katahdin* atteignit seulement la vitesse de 16^{n},06, avec un recul de 27 0/0.

Les constructeurs ne se découragèrent point, soumirent les résultats des essais aux ingénieurs du Naval Department. D'accord avec eux, ils dessinèrent et firent fondre de nouvelles hélices. Ces hélices de 3^{m},66 de diamètre, 4^{m},27 de pas, et 3 mètres carrés de surface d'ailes donnèrent aux grandes vitesses de bien meilleurs résultats que les précédentes. A une puissance de 4.900 chevaux et avec un recul de 16,7 0/0, le *Katahdin* put atteindre la vitesse de 16^{n},07.

Les directeurs de la Bath Iron Works, qui avaient déjà dépensé prés de 200.000 francs en frais d'essais, résolurent de présenter le *Katahdin* en recette. Mais ils n'étaient pas encore au bout

de leurs ennuis. Une visite au bassin à Charleston montra en effet qu'une des hélices s'étant faussée légèrement, avait tordu ses ailes en rencontrant la carène. Il fallut changer une quatrième fois les propulseurs. On conserva les mêmes chiffres pour le pas et la surface des ailes ; mais le diamètre fut réduit d'environ 60 millimètres.

L'essai officiel du *Katahdin* eut lieu le 31 octobre 1895 par mauvais temps. Les machines ne purent développer que 5.300 chevaux, et le bâtiment fila 16ⁿ,11.

De l'ensemble des essais il résulte que le *Katahdin* possède une utilisation remarquable pour les vitesses inférieures à 13 nœuds. Autant que nous avons pu la calculer, la valeur du coefficient M de la formule $V = M \sqrt[3]{\frac{F}{B^2}}$ est d'environ $4^n,4$ pour ces vitesses. A mesure que la vitesse augmente, cette valeur diminue très rapidement. Pour une vitesse de 15 nœuds, elle n'est plus que de 4. A 16 nœuds elle tombe au chiffre très faible de 3,3.

Une pareille variation dans la valeur de l'utilisation est assez anormale, étant donné qu'elle se produit, à une vitesse relativement faible par rapport aux dimensions absolues du bâtiment. Elle s'explique cependant dans une certaine mesure par les formes et les dispositions particulières du *Katahdin*. Les lignes de l'avant et de l'arrière sont extrêmement pleines. Il n'existe aucun bois mort à l'avant. A l'arrière le plan de dérive est presque entièrement supprimé. En un mot, la quille du bâtiment affecte une courbure dont la flèche est presque égale au creux. La surface mouillée de la carène du *Katahdin* est donc extrêmement faible par rapport à ses autres éléments principaux : déplacement, surface immergée du maître couple, etc.

La faible valeur de la surface mouillée est toujours avantageuse au point de vue de l'utilisation ; mais son influence favorable diminue très vite à mesure que la vitesse augmente. En outre, sur le *Katahdin*, deux autres causes tendent encore à réduire l'utilisation aux grandes vitesses. Lorsque le bateau est

en marche, l'éperon tend à soulever l'eau, et la vague ainsi formée prend très vite d'énormes proportions. A partir d'une certaine vitesse, qu'il est impossible de prévoir pour un bateau de formes nouvelles, elle crée une résistance insurmontable.

Ryan (1893)

Le bateau sous-marin de M. James Ryan Haydon de Cleveland (Ohio) est un appareil d'exploitation relié par un tube à un remorqueur pour avoir de l'air et par un câble à conducteur électrique pour avoir la force motrice. Rien n'est prévu pour l'attaque.

Le seul intérêt qu'il présente consiste dans le dispositif

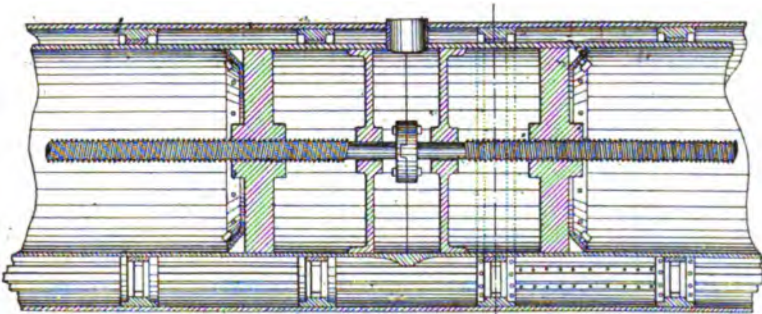


Fig. 232 (Ryan, 1893).

employé pour plonger. Deux pistons sont placés dans un cylindre étanche qui occupe le milieu du bateau cylindrique lui-même; ce cylindre, d'un diamètre plus petit que le bateau, est placé à la partie inférieure du premier pour donner plus de stabilité. Au moment de s'immerger, les deux pistons sont rapprochés, ce qui détermine l'entrée de l'eau à l'intérieur. Pour remonter, l'opération inverse a lieu.

Rien n'est prévu pour maintenir la direction horizontale ou verticale.

Sous-marins de MM. Silias et George Rogers (anglais) (1894)

M. Rogers, de Brigthon, a dressé un nouveau modèle de bateau sous-marin de $16^{m},75$ de longueur sur $2^{m},90$ de dia-

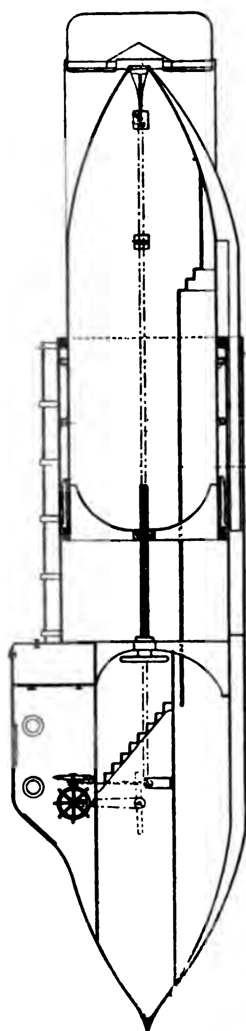


Fig. 253.



Fig. 254. (Silias et Rogers, 1894.)

mètre La coque est disposée de telle sorte que la longueur

peut varier à volonté sur une étendue de $0^m,60$, au moyen d'un bélier hydraulique effectuant une action télescopique.

Ainsi le déplacement peut varier rapidement de même que l'assiette du navire; les limites extrêmes du mouvement donnent une différence de déplacement de 4 tonnes.

Les deux tronçons sont guidés par une barre entrant dans une gaine placée sous le bateau. L'entrée de l'eau est empêchée par des joints étanches et par une toile à l'épreuve de l'eau, laquelle est attachée à chacun des cylindres.

Les inventeurs établissent un gouvernail horizontal à l'avant avec une porte de communication déjà brevetée en 1886.

Ils ne donnent aucun détail sur le fonctionnement de l'appareil.

Bateau sous-marin de M. Piatti del Pozzo (1894)

Outre son travailleur sous-marin dont nous verrons plus loin la description, M. Piatti del Pozzo a étudié, en 1894, un système de sous-marin qui ne mesure pas moins de $22^m,50$ de longueur sur $3^m,50$ au maître-coupe et mu par une hélice actionnée par un moteur indéterminé.

Ce bateau, qui aurait la forme représentée (*fig.* 255) comporte une combinaison spéciale d'éléments absolument indépendants les uns des autres et fournissant, tant par leur forme que par leur combinaison, toute la sécurité du système.

Ces éléments A, B, C, D, E, F, G sont de forme sphérique justaposés et symétriquement disposés par rapport à l'élément central D; ils sont en outre de dimensions égales deux à deux, de façon à s'équilibrer de chaque côté de l'élément central D. Les vides sont remplis par du liège.

L'élément D sert exclusivement de logement aux hommes de l'équipage et comporte, en outre de tous les organes de commande de marche et de direction du bateau, un dispositif spécial d'observation à miroir tournant H, formé d'une lentille fixe I et d'un reflecteur J, lequel dispositif assure pratiquement l'observation dans toutes les directions.

Les éléments A, B, C, E, F et G sont solidaires les uns des autres et entourés par l'enveloppe extérieure K. Chacun de ces éléments a une destination particulière ; savoir : Ceux A et B, les pompes ; l'élément C, les organes de commande du gouvernail de direction N, les réservoirs et les moteurs à air comprimé qui réalisent la marche du sous-marin au moyen d'une hélice mobile M, par l'intermédiaire de l'arbre L, lequel traverse les éléments A et B, au moyen de joints hermétiques; ceux E, F, les batteries d'accumulateurs, et enfin l'élément G, les pompes.

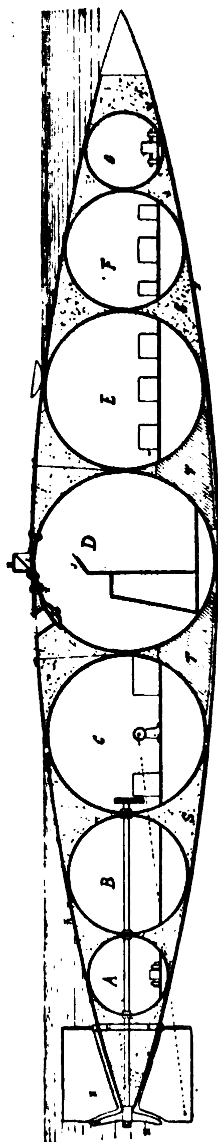


Fig. 255 (Piatti del Pozzo, 1894.)

Longueur 22m,50 ; sept compartiments sphériques (ABCDEFG) ; le compartiment central mesure 3m,50 de diamètre et peut, en cas de danger, se détacher pour monter à la surface ; propulsion au moyen d'une hélice actionnée par un moteur indéterminé ; immersion par introduction d'eau.

L'élément central D est combiné avec les autres éléments, de façon à pouvoir s'en séparer complètement pour remonter immédiatement à la surface de l'eau dans le cas d'accident des divers mécanismes.

A cet effet il est maintenu simplement entre les éléments C et E sans être fixé à l'enveloppe K, laquelle comporte un évidement central, de dimension suffisante pour laisser un libre passage à l'élément central D ; cet évidement est fermé par des trappes montées à charnière sur l'enveloppe du bateau et qui, en marche normale, sont fixées par des boulons ou autres dispositifs convenables à la paroi de l'élément central, de façon que le démontage puisse s'opérer rapidement.

Le volume de l'élément D et son chargement est calculé de telle sorte que, une fois séparé de l'ensemble du bateau, il puisse remonter facilement à la surface.

L'équilibre axial de l'ensemble du système est lesté en T. M. Piatti del Pozzo a établi cette disposition de sphères de façon à obtenir le maximum de résistance lui permettant ainsi de supporter les plus fortes pressions correspondant aux plus grandes profondeurs.

Freese et Gawn (1894)

Le sous-marin de MM. Freese et Gawn, de North Amherst (Ohio), est autonome; il navigue à la vapeur à la surface, et une batterie d'accumulateurs assure la propulsion en immersion et tous les services auxiliaires du bord (*fig.* 256 et 257). L'immersion s'obtient par un lest d'eau dans des réservoirs

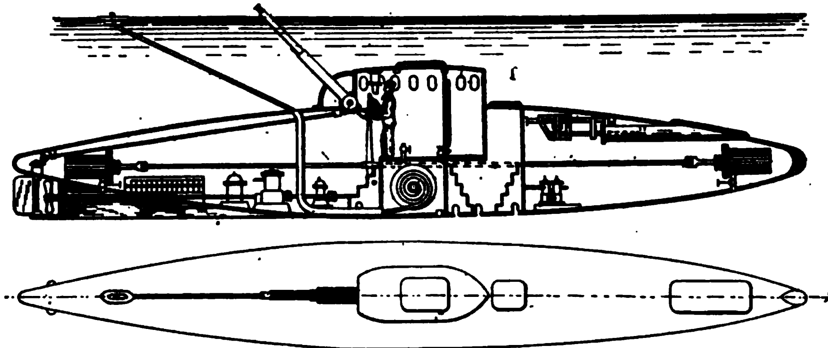


Fig. 256 et 257 (Freese et Gawn, 1894).

ad hoc. La profondeur est indiquée par un manomètre formé d'un piston hydrostatique contrebalancé par un ressort antagoniste (*fig.* 256); la colonne d'eau, qui est constamment en contact avec l'une des faces du piston, déplace celui-ci, lequel alors transmet les indications au moyen d'une aiguille sur une règle graduée.

L'assiette longitudinale est assurée par la manœuvre de deux

pistons se déplaçant chacun dans un cylindre à chaque extrémité du bateau (*fig.* 262). Ces pistons sont reliés par une même tige et commandés par un seul levier placé sous la main du

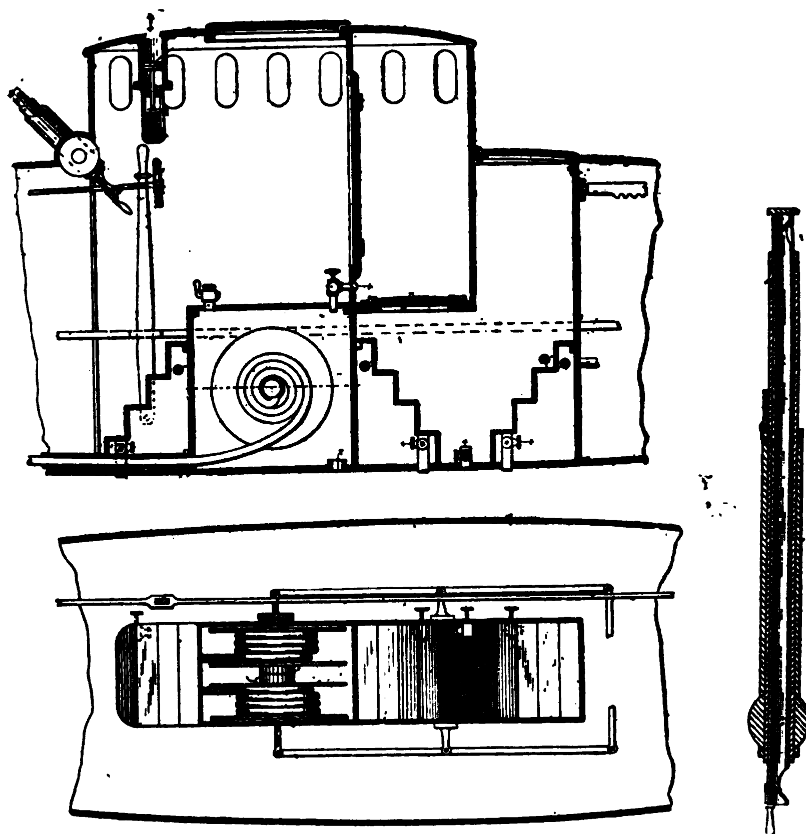


FIG. 258 et 259 (Freese et Gawn, 1894).

pilote, qui peut ainsi, par la même manœuvre, admettre de l'eau dans un cylindre ou la chasser dans l'autre.

Une chambre-écluse est ménagée derrière le poste du commandant; elle est formée de compartiments munis de portes de communication, permettant à l'un des hommes de l'équipage, revêtu d'un scaphandre, de sortir du bateau.

Pour l'aération, l'idée de Van Drebbel a été reprise et perfectionnée : l'air est conduit à l'intérieur de la coque par un

tube souple maintenu à la surface de l'eau par un flotteur. Ce tuyau traverse la coque et vient s'enrouler sur un dévidoir, dont l'axe est fait d'un tube qui forme le corps de la pompe à air, et qui se trouve placé dans le réservoir d'air.

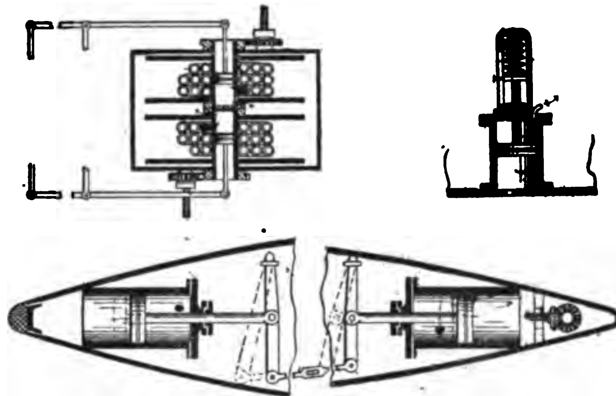


Fig. 260, 261 et 262 (Freese et Gawn, 1894).

Pour faire des observations à l'horizon, lorsque le bateau est immergé, l'on dispose d'un tube optique et télescopique que l'on peut allonger à volonté pour dépasser le niveau de la mer. Ce tube tourne sur une rotule et peut présenter ses miroirs parallèles sous des angles différents.

Lacavalerie (1894)

Le projet de M. Sébastien Lacavalerie, du Vénezuela, sort de l'ordinaire. Il consiste en un tube conique plus large à l'avant qu'à l'arrière et terminé par deux cônes non symétriques.

Le mouvement de propulsion s'obtient par des rubans en hélice qui entourent la coque entière et qui sont mus par l'avant où ils s'attachent jusqu'à l'arrière où ils sont fixés sur une bague disposée entre le tube et le cône d'arrière. Le moteur est électrique.

La direction s'obtient par une série de gouvernails en forme de queue de requin, et dont les mouvements peuvent être cir-

culaires ou vibratoires à volonté. Trois de ces gouvernails sont placés, l'un à droite, l'autre à gauche, le troisième dessous.

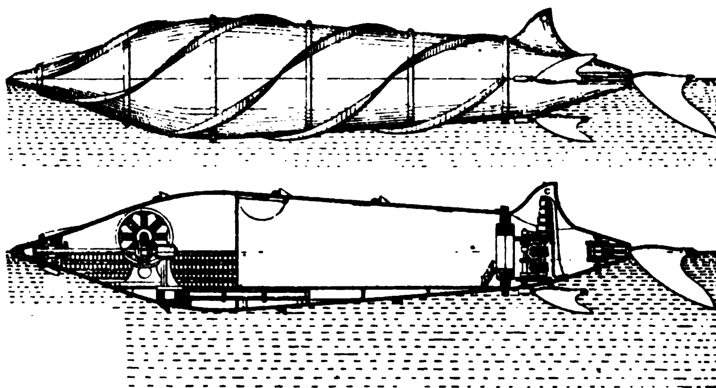


Fig. 263 et 264 (Lacavalerie, 1894).

Le quatrième est placé à l'arrière et décrit un arc de cercle dans le plan horizontal au moyen d'un joint universel.

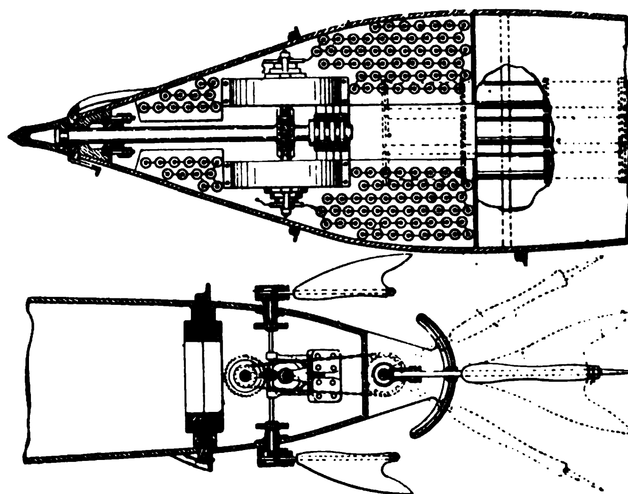


Fig. 265 et 266.

Le poste du pilote est à l'arrière.

Aucun détail n'est donné sur le fonctionnement prévu des

rubans, ainsi que les dispositions prises pour se servir du

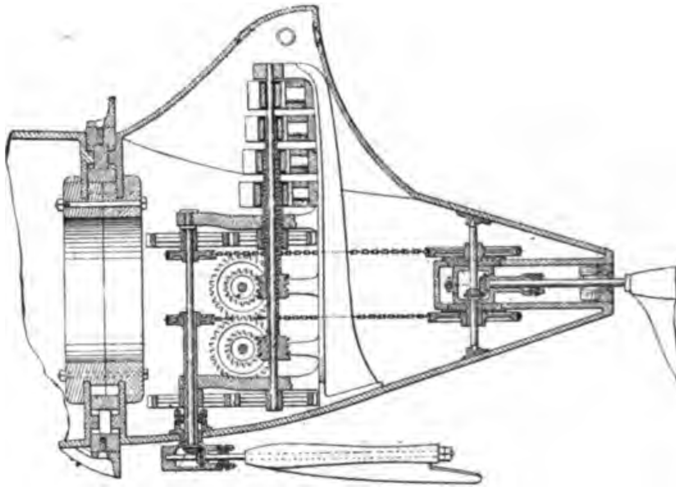


Fig. 267.

bateau. Bien plus les rubans en hélice n'ont pas permis le placement d'engins d'attaque.

Alvary Templo (1896)

Au cours de l'année 1896, M. Alvary Templo, de Brooklyn, faubourg sud de New-York, reprenant une idée émise en 1872, par M. Holland, imaginait *l'Aquapède*, torpilleur sous-marin, dans lequel un homme monte et conduit le bateau en actionnant l'hélice par le moyen de pédales analogues à celles d'une bicyclette.

La figure 268 montre la disposition de ce petit navire en aluminium, qui mesure 5 mètres de longueur et 0^{m},70 de diamètre au centre.

A l'extérieur du bateau sont accrochés des outils et des torpilles à la disposition du scaphandrier.

L'intérieur du bateau ne contient que de l'air, qui se purifie et se régénère par un procédé chimique.

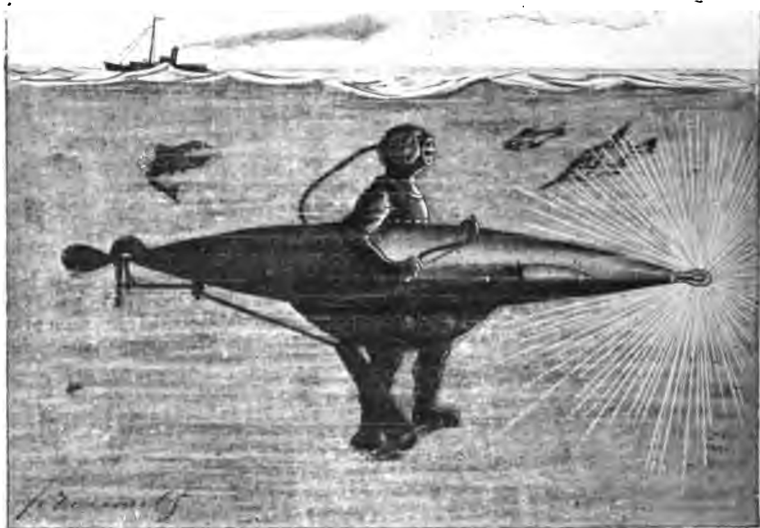


Fig. 268 (Alvary Templo, 1896).

M. Alvary Templo, lui-même, est demeuré six heures sous l'eau dans son appareil.

L'Argonaute (1896)

Un Américain, M. Simon Lake, a inventé et construit un bateau sous-marin, *l'Argonaute*, dont l'idée commença de hanter l'esprit de l'auteur lorsque, à l'âge de dix ans, il lut le livre de Jules Verne : *Vingt mille lieues sous les mers*.

Ce curieux bateau est agencé de manière à rouler au fond de l'eau parmi « les goémons verts » à 30 mètres de profondeur et à une allure bourgeoise de 8 kilomètres à l'heure ; il n'a d'autre prétention que d'inspecter les digues et les jetées, de renflouer les vaisseaux sombrés et de sauver les marchandises.

En ce qui concerne le problème de la navigation sous-marine,

M. Simon Lake n'est pas éloigné de regarder la solution de ce problème comme à peu près impossible.

Ses judicieuses observations, et les nombreuses croisières qu'il fit à bord de son *Nautilus* moderne, valent la peine d'être notées ; car elles ont été l'objet de longues descriptions dans la presse américaine, notamment dans le *Mc Clure's*



Fig. 269. — L'*Argonaute* travaillant au sauvetage d'une épave.

Magazine[1], auquel nous empruntons les renseignements suivants :

Mon bateau sous-marin, *l'Argonaute*, dit M. Lake, dans la description de son invention est tout à fait différent de ceux qui ont été construits ou projetés jusqu'ici ; tous les essais

[1] *Mc Clure's Magazine*, janvier 1899. *Traduction littérale.*

précédents ont eu pour but d'avoir un bateau naviguant entre la surface et le fond de l'eau; mais les résultats n'ont toujours donné que des insuccès notoires. Etant donné des influences perturbatrices, des vagues et des courants, ainsi que la difficulté de se maintenir d'aplomb et en équilibre, ces systèmes devraient être appelés, à proprement parler des bateaux plongeurs. Ils sont établis pour être gouvernés par des gouvernails horizontaux et verticaux (comme dans *le Nordenfelt*, *le Gymnote*, *le Holland* et les types *Peral*), placés en différents points et généralement à l'arrière du bateau ou bien en changeant l'angle des hélices propulsives comme dans *le Goubet*, *le Backer* et *le Tuck*. Quand on désire immerger de tels bateaux, il faut qu'ils soient rigoureusement équilibrés pour que l'avant et l'arrière soient sur une même horizontale; ensuite ils doivent être en équilibre avec l'eau, c'est-à-dire qu'ils ne doivent peser ni plus ni moins que le volume d'eau qu'ils déplacent. D'après de pareilles conditions, la théorie indique qu'ils peuvent être dirigés sous l'eau comme un poisson; mais ici les difficultés commencent.

« L'homme n'a pas et ne saurait acquérir les facultés et l'instinct des poissons. Cependant un navigateur suffisamment exercé à ce genre de manœuvre pourra peut-être gouverner quelque temps un navire ainsi submergé; mais tous les marins savent combien il est difficile de suivre une route absolument droite à la surface; combien le problème n'est-il pas plus compliqué sous les eaux?

« A la surface, un navire ne peut évoluer qu'à droite ou à gauche; il ne saurait s'élever dans les airs, à cause de son poids, ni s'enfoncer dans les eaux sur lesquelles il flotte; le gouvernail suffit à le diriger; mais, sous la surface, toutes les conditions changent; chaque vague détermine des mouvements des eaux qui affectent nécessairement la direction des sous-marins. Les courants y ont les directions les plus variées, et, dès que les appareils propulseurs sont mis en action, l'équilibre est rompu.

Si même l'équipage se déplace de l'avant à l'arrière, la

stabilité en souffre et ces mouvements tendent à élever ou à abaisser l'avant du bateau et le faire dévier en-dessus ou en-dessous de son plan d'immersion, à droite ou à gauche, ou même dans toutes directions; il n'y a point, pour ainsi dire, de limites aux difficultés pour assurer au sous-marin une direc-

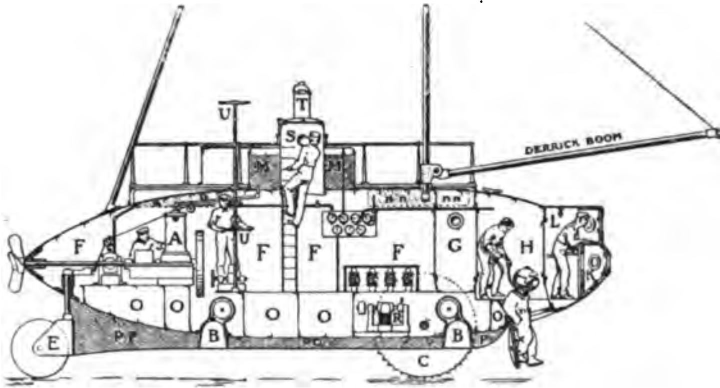


Fig. 270. — Coupe longitudinale du bateau sous-marin *l'Argonaute*, de M. Lake. A, moteur à essence de 30 chevaux de force qui fournit l'énergie nécessaire au bateau. — B, B, les deux poids d'ancrage utilisés pour immerger le bateau. — C, une des deux roues motrices. — E, gouvernail et roue de direction. — F, F, F, F, carré de l'équipage dans lequel sont placés la machine et tous les appareils de commande du bateau. — G, écluse à air : elle permet la rentrée et la sortie du compartiment des plongeurs sans avoir à en réduire la pression de l'air. — H, compartiment des plongeurs par lequel on pénètre dans la mer. — K, compartiment dans lequel se trouve le projecteur. — L, vigie d'observation d'avant. — M, M, réservoirs d'essence. — *n*, *n*, *n*, réservoirs d'air comprimé. — O, O, O, O, *water-ballast*. — P, P, quille permanente. — P, Q, quille détachable. — R, dynamo. — S, tourelle d'observation. — T, habitacle. Le compas, dans cet habitacle, est visible. Quand on tient la barre U pendant la navigation à la surface, mais dans la tourelle d'observation, on lit les indications du compas par réflexion. — UU, barre.
En général, la forme de *l'Argonaute* est cylindrique, terminé à chaque extrémité en forme de cigare, est pointu à l'arrière et légèrement aplati à l'avant. Sa longueur totale est de 11 mètres. Le mât d'arrière sert de tuyau d'échappement aux gaz des machines; celui d'avant fournit le renouvellement d'air. Le mât de beaupré est utilisé comme bras de grue.

tion donnée au-dessous de la surface de l'eau. Ou bien le sous-marin plongera la pointe en bas et s'enfoncera vers le fond de la mer, ou il remontera à la surface.

« Mais, *l'Argonaute*, ne présente aucune des difficultés que nous venons d'énumérer. En examinant le dessin de la figure 270; on en voit immédiatement le principe.

« La coque du bateau est montée sur trois roues : l'une d'elles, E, sert en même temps de gouvernail pour se diriger à la surface et de roue de direction quand le sous-marin roule au fond de la mer, C'est une des deux roues porteuses et motrices. B et B sont les deux poids d'ancrage, pesant chacun 250 kilogrammes, attachés à des câbles et capables d'être mouillés au fond ou ramenés au flanc du bateau par un treuil actionné par un mécanisme placé à l'intérieur. O, O, O, O sont les compartiments, ou *water-ballast*, destinés à emmagasiner le lest d'eau. H est la chambre du plongeur située à l'avant, laquelle contient une trappe de sortie s'ouvrant extérieurement et placée à la partie inférieure, tandis que G est une chambre-écluse à air.

« Quand on désire immerger le bateau, les poids d'ancrage B, B, sont d'abord mouillés au fond de la mer, puis on laisse entrer l'eau dans les réservoirs O, O, jusqu'à ce que la flottabilité du bateau soit moindre que le poids des deux ancres, soit 750 kilogrammes; les câbles reliés aux ancres sont ensuite enroulés sur un treuil, et le sous-marin est ainsi tiré au fond de la mer jusqu'à ce qu'il repose sur ses trois roues.

« Les poids d'ancrage sont alors fixés dans leur logement pratiqué dans la quille. On voit donc que *l'Argonaute* repose sur ses roues avec un poids égal à la différence qui existe entre sa flottabilité et les poids d'ancrage, soit 250 kilogrammes.

« Mais ce poids peut être augmenté ou diminué à volonté, en admettant plus d'eau dans les watter-balast ou en l'expulsant. On peut ainsi constater que la submersion est entièrement sous notre contrôle, que nous pouvons immerger notre sous-marin aussi vite et aussi lentement que nous le désirons, et qu'en le laissant reposer au fond de la mer avec un poids suffisant, pour empêcher les courants qui pourraient le faire dévier de sa route, nous pouvons mettre notre moteur en route et le diriger au fond même de l'eau de la même façon qu'un tricycle sur terre.

« Dans les fonds vaseux, nous donnons à peine 50 kilogrammes à nos roues motrices, comme poids adhérent, tandis que, sur

les fonds durs, où il y a de forts courants, nous les chargeons de 500 à 750 kilogrammes. Ainsi les effets des courants, les mouvements des vagues, l'équilibre et la stabilité du sous-marin, ne sont pas des facteurs qui peuvent intervenir pour influencer notre système de navigation.

« Il est de fait que nous sommes plus en sûreté qu'à la surface, car nous nous déplaçons dans un milieu qui ne change pas continuellement, comme la surface de la mer, par les effets des vents, des vagues et des courants.



Fig. 271. — *L'Argonaute* en cale sèche (d'après une photographie de M. Lake)

La trappe du compartiment du plongeur, juste en-dessous de la proue, est ouverte et repose sur quelques-uns des blocs supportant la quille. C'est par cette porte que les plongeurs quittent le bateau quand il est immergé; l'air comprimé à l'intérieur du compartiment empêchant l'eau d'y pénétrer.

« Quand les plongeurs désirent quitter le sous-marin, ils se rendent dans la chambre, placée à l'avant du bateau, et ferment la porte qui communique avec le reste du sous-marin. L'étanchéité de cette porte se fait au moyen d'un joint en caoutchouc. On admet alors, dans ce compartiment, l'air provenant des réservoirs de compression, jusqu'à ce que la pression égale celle de l'eau environnante. On peut alors ouvrir la trappe du fond, l'eau ne pouvant entrer dans le bateau; l'air comprimé contenu dans la chambre offrant une barrière invisible, et les plongeurs peuvent entrer ou sortir aussi souvent que cela leur fait plaisir.

« *L'Argonaute* possède un moteur à essence minérale de White and Middleton de 30 chevaux, qui commande les roues motrices,

la dynamo, les compresseurs d'air, les cabestans, les ancres, ainsi que les grues et les palans. Il est muni de deux tubes Mannesmann en acier, dans lesquels on peut comprimer suffisamment d'air, qui, avec celui contenu dans le bateau, peut donner à l'équipage 24 heures sans avoir recours à l'air extérieur. Dans *l'Argonaute* cependant, et probablement dans tous les types similaires utilisés dans un but commercial, il y aura toujours une connexion avec la surface, par laquelle une provision constante d'air pourra entrer dans l'intérieur du bateau, soit par les mâts, comme cela est indiqué sur les dessins, dont l'un est destiné à amener l'air à l'intérieur, tandis que l'autre est utilisé comme tube d'échappement de la machine ou bien par un tube de succion s'étendant à la surface de l'eau à la façon d'une bouée. Pendant que la machine fonctionne, nous avons environ 50 pieds cubes d'air, qui arrivent, par minute, dans le bateau et, quand la machine est arrêtée, nous pouvons maintenir notre arrivée d'air par un ventilateur auxiliaire. Il nous serait donc possible de rester immergés pendant plusieurs jours et même pendant plusieurs semaines.

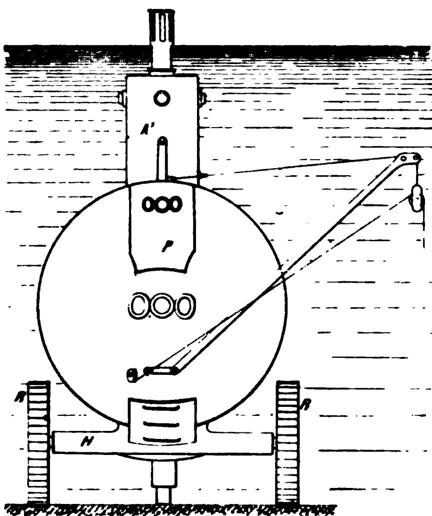


Fig. 272. — Vue de face de *l'Argonaute*.

« Notre direction est assurée par une boussole ordinaire, et nous avons remarqué, qu'au fond de la mer, l'aiguille du compas répond aussi vivement et aussi exactement qu'à la surface.

« Quoique *l'Argonaute* ne soit qu'un petit bateau, un équipage de cinq hommes a pu vivre à bord durant une croisière qui a duré deux mois, et pendant lesquels 1.000 milles ont pu

être parcourus tantôt à la surface et tantôt au fond. Ce voyage fut entrepris pour démontrer l'efficacité des bateaux de ce système voyageant sur différentes espèces de fond et pour prouver



Fig. 273. — *L'Argonaute* voguant à la surface.

également que, tout en pouvant tenir la mer, il lui était facile de se livrer aux recherches des épaves ou relever et retrouver les câbles immergés. Nous sommes sortis par des temps très rudes, et nous avons trouvé que *l'Argonaute* tenait parfaitement

la mer; naturellement, étant si petit et d'un tel poids, les



FIG. 274. — Carte des naufrages sur une partie des côtes de l'Atlantique du Nord de 1887 à 1891 inclusivement.
.·.· Navires naufragés. — ..... Limite où la profondeur de l'Océan atteint 185 mètres.

vagues balayaient son pont. Cependant cet inconvénient n'influençait nullement l'équipage, qui se tenait à l'intérieur, car sa stabilité est telle qu'il roule et tangue à peine, même lorsque la mer venait se briser sur ses flancs en masse énorme. Nous avons fait croisière au fond d'une rivière dans Chesapeake-Bay, au-dessus et au-dessous de la surface du grand Atlantique. Dans les rivières, nous avons invariablement trouvé un fond de vase et, dans les baies, nous avons rencontré des fonds de différentes espèces. Dans certains endroits, ils étaient si vaseux que nos plongeurs enfonçaient jusqu'aux genoux, tandis que, dans d'autres places, le terrain était dur. Une fois nous roulâmes sur

un fond qui était composé de graviers ressemblant à des grains de blé.

« Cependant, au large, dans l'océan, on trouve un fond idéal aux excursions sous-marines. Ces fonds, parfaitement unis, consistent en sable et grès fin presque aussi dur que des routes macadamisées. Durant ces voyages, nous visitâmes plusieurs épaves dans Chesapeake-Bay et sur les côtes adjacentes. Les vaisseaux que nous abordâmes étaient chargés de charbon. Épaves sans valeur par elles-mêmes; mais le prix du charbon que l'on aurait pu en extraire aurait largement couvert la main-d'œuvre ce qui aurait pu être exécuté facilement avec notre équipement. Nous trouvâmes une vieille épave (le naufrage remontait à quatre années), à l'embouchure du Patuxent-River. On ne distinguait plus rien, excepté quelques charpentes et poutres du pont, lesquelles étaient presque détruites par le *teredo*. C'est une espèce de ver de mer très fréquent dans ces parages, qui perce le bois comme une vrille et qui multiplie tellement ses trous dans le bois qu'il attaque qu'on peut le comparer aux rayons de cire que préparent les abeilles pour y déposer leur miel. Nous ramenâmes quelques planches de cette épave, lesquelles étaient recouvertes d'huîtres, de moules et de plusieurs sortes de végétations sous-marines. La partie du bois, non rongée par le *teredo*, fut trouvée aussi dur que le fer, entièrement imprégnée de vase bleu foncé, dans laquelle la coque était ensevelie. Quand nous eûmes ramené quelques charpentes à la surface, nous remarquâmes, après les avoir sciées en deux, qu'elles dégageaient une forte odeur de pin, et nous en concluâmes que le bois devait être de cette espèce, quoique noir comme de l'ébène. Des *toadfish*[1] avaient dû également trouver dans cette vieille épave une habitation convenable, et, quand la main du plongeur se trouva en contact avec le dos visqueux de cette ignoble bête à large bouche et forte mâchoire il eut une violente répulsion. La pièce que nous amenâmes avait à l'intérieur trois de ces animaux, qui avaient établi leur demeure dans la poutre.

[1] *Toad*, crapaud; *fish*, poisson.

« Mais la chose la plus curieuse était que ces animaux ne pouvaient plus sortir de leur demeure, car ils se trouvaient prisonniers. En effet ils avaient dû évidemment y entrer petits; mais, par suite de leur croissance, au bout d'un long séjour, ils ne purent en sortir.

« Dans une épave près de Cape Henry, nous trouvâmes de nombreuses espèces de poissons et aperçûmes deux ou trois petits requins dans le voisinage.

« Nous croyons intéressant de donner la copie d'une journée d'expérience prise dans le livre du bord.

« Ce jour, nous nous immergeâmes dans le dessein de nous rendre compte quel serait le poids d'eau nécessaire pour empêcher les courants de déplacer *l'Argonaute* par une forte marée (Hampton Roads) et aussi pour découvrir s'il n'y avait pas quelques difficultés à remettre en route notre machine sous l'eau, après avoir été privé de communication avec l'atmospère pendant plusieurs heures. Voici l'extrait du journal du bord, en date du 28 juillet 1898 :

« Submergé à huit heures vingt minutes du matin par 10 mètres d'eau environ; température à l'intérieur de la chambre de l'équipage, 28° C. ; orientation, ouest-nord-ouest-1/4 ouest; mer légèrement agitée; fort courant.

« A dix heures quarante-cinq minutes du matin, arrêt de la machine ; température 31° C.

« La machine arrêtée nous entendions le vent souffler par nos mâts tubulaires, lesquels émergeaient au-dessus de la surface; nous étions également, à même de dire, par le son, si un steamer était dans le voisinage. Nous laissâmes le bateau couler graduellement vers le fond par marée descendante. Au bout d'un certain temps, la marée changea, et *l'Argonaute* prit un léger mouvement de roulis, nous embarquâmes 200 kilogrammes d'eau additionnelle; mais le bateau accusait encore quelques oscillations, telles qu'un pendule de 22 centimètres et demi de longueur donnait un déplacement d'environ 1 millimètre et demi. A midi, la température était de 30° C., laquelle se maintint continuellement jusqu'à deux heures quarante-cinq de l'après-midi; vers cette heure, nous ne trouvâmes aucune trace d'acide carbonique, quoique la machine fût arrêtée depuis trois heures, et sans aucun renouvellement d'air. Nous entendions le sifflet des bateaux à la surface ainsi que le bruit des hélices quand ils passaient auprès de nous. A trois heures et demie, la température tomba à 29° C. ; à trois heures quarante-cinq, constaté un peu d'acide carbonique, très peu cependant, car une bougie brûle encore brillamment dans les parties basses de la cale.

« Nous percevons une légère odeur d'essence produite par les carburateurs, surtout par comparaison avec l'air provenant du dehors, par les mâts tubulaires, fourni par le ventilateur à main.

« Le moteur arrêté, les lampes électriques furent alimentées par une batterie d'accumulateurs durant les cinq heures d'immersion.

« A trois heures cinquante, la machine fut mise en marche sans aucune difficulté; nous visitâmes le compartiment des plongeurs en passant par l'écluse à air et, après avoir mis la chambre sous pression, nous pûmes constater que les roues s'étaient enfoncées d'environ 25 centimètres; le fond était recouvert d'une dizaine de centimètres de vase. Nous avions 250 kilogrammes d'air dans les réservoirs, *qui furent réduits* à 125 pour permettre l'ouverture de la trappe des plongeurs par 9 mètres de profondeur.

« La température tomba à 28° C., dans la chambre des plongeurs quand elle fut sous pression.

« Nous prenons notre repas du soir additionné d'une excellente tasse de café. Le moral de l'équipage paraît plutôt s'améliorer à mesure que nous restons immergés; nous nous occupons à pêcher des mollusques, à chanter, danser, jouer aux cartes et écrire des lettres à nos femmes ou fiancées. Notre seul visiteur durant la journée fut un couple de quelques poissons qui vinrent regarder à nos hublots, apparemment avec beaucoup d'intérêt.

« Le futur *Argonaute* sera muni d'un fumoir, car nous remarquâmes que les hommes de l'équipage se préparèrent à fumer immédiatement, dès que nous fûmes revenus à la surface.

« Mis en route les pompes à six heures vingt et atteint la surface à six heures trente. Restés immergés dix heures quinze minutes. L'équipage du bateau pilote *Calvert* nous croyait tous noyés. »

« Nous restâmes quelque temps à Hampton Roads, comme quartier général, pour accomplir plusieurs descentes dans les environs; nous étions désireux de rechercher les câbles connectés avec les mines de défense de l'entrée du port; mais nous ne pûmes obtenir la permission des autorités, qui craignirent que nous ne coupions quelques fils accidentellement, ce qui aurait rendu leur système de défense impuissant. Il était donc nécessaire pour nous, en vue de démontrer combien des vaisseaux de ce type seraient pratiques à ce point de vue, de relever et de couper un câble ; c'est ce que nous fîmes, du reste, à l'entrée du Patuxent River. Nous nous immergeâmes et, nous dirigeant à l'aide du compas, nous parcourûmes le fond, la trappe du compartiment des plongeurs ouverte, jusqu'à ce que nous rencontrâmes le câble que nous avions au préalable immergé ; nous le tirâmes ensuite dans l'intérieur de

la chambre, au moyen d'un crochet long de 1m,30 à peine.

On voit avec quelle facilité nous aurions pu détruire tout un système de défense, basé sur un réseau de mines sous-marines. Combien de vies auraient pu être sauvées, si notre flotte avait été munie d'un engin de ce type pour éclairer la route devant les ports de Santiago, la Havane ou San-Juan, au large desquels les escadres furent contraintes de rester inactives des semaines et des mois dans la crainte des mines.

« On m'a souvent demandé quelles étaient mes sensations lorsque je me trouvais sous l'eau ; si j'avais quelque crainte de ne pouvoir remonter, et s'il n'était pas nécessaire d'avoir beaucoup de courage pour affronter de pareilles tentatives. J'ai toujours répondu qu'il n'y avait certainement aucun courage de ma part, étant complètement satisfait de l'exactitude des données sur lesquelles *l'Argonaute* a été construit et de la force de sa structure; donc aucune crainte à avoir.

Mais il faut certainement du courage de la part de ceux qui ne sont pas au courant des principes sur lesquels repose mon invention et qui confient simplement leur vie dans mes mains. Nombre ont effectué des immersions dans ce bateau; mais je n'ai remarqué qu'une ou deux personnes qui ont manifesté quelques signes de frayeur.

« Par exemple, durant nos essais dans le Patapsco, plusieurs personnes me demandèrent avec insistance le privilège d'une descente à la prochaine immersion de *l'Argonaute*. Elles furent, en conséquence, prévenues en temps utile. Au rendez-vous, il en manquait cependant une partie et, parmi ceux qui étaient présents, aucun ne voulut risquer l'aventure. Je n'ai aucun doute que, si nous leur avions donné satisfaction immédiate, au moment même de leur requête, tous seraient descendus; mais quelques jours de réflexion avaient suffi pour changer leur état d'esprit.

« Dans un autre voyage, nous eûmes à bord un professeur de collège qui ne pouvait comprendre exactement comment nos hommes pouvaient sortir du bateau une fois immergé. Je le conduisis dans le compartiment des plongeurs, afin de lui expli-

quer la manœuvre. Il y pénétra avec une visible crainte ; cette petite chambre, dans *l'Argonaute*, a seulement 4 pieds de large et à peine plus de long; la porte close, je remarquai qu'il pâlissait et que des gouttes de sueur perlaient sur son front ; et eût-il été tout autre qu'un professeur ou un journaliste, je n'aurais pas poussé l'expérience plus loin. La porte, néanmoins, fut close hermétiquement, et j'ouvris le robinet d'arrivée d'air ; l'air comprimé envahit le petit espace dans lequel nous étions confinés avec grand bruit. Le professeur était cramponné à une des armatures du bateau et regardait avec envie la porte par laquelle nous étions entrés. Fermant l'arrivée d'air je demandai au professeur s'il souffrait d'une maladie de cœur ; il me répondit qu'il était, en effet, affecté de légers troubles de ce côté.

« Oh ! la faible profondeur à laquelle nous sommes ne vous fera pas grand mal, et je rouvris le robinet d'air comprimé en ajoutant :

« Si vous sentez quelques souffrances aux oreilles, avalez l'air comme si vous buviez.

« Il commença immédiatement à avaler et, durant la demi-minute à peine que nous mîmes à obtenir la pression voulue, je crois bien qu'il avala autant que s'il avait bu un baquet plein d'eau.

« La pression obtenue, je me baissai et commençai à dévisser les boulons qui maintiennent la trappe intérieure donnant accès dans l'eau. « Que-faites vous donc, s'écria le professeur? » Je lui dis que j'ouvrais cette trappe pour qu'il fût à même de voir le fond; alors, tendant les bras, il ajouta : « Oh! je vous en prie, ne faites pas cela; ne vous donnez pas tant de mal pour moi. » Mais, pendant ce temps, la trappe était tombée et, comme il vit que l'eau *ne rentrait pas* dans le bateau, ses joues reprirent couleur, et il s'exclama : « Eh bien ! si je n'avais pas vu cela, je n'aurais jamais voulu le croire ! »

Nous croyons intéressant de donner la description complète d'un voyage effectué par M. Ray Stannard Backer, en 1898, et dont les impressions sont curieuses au premier chef.

« Simon Lake avait projeté une excursion au fond de la mer

pour le 12 octobre. Son étrange appareil amphibien, *l'Argonaute*, dont nous avions entendu dire tant de merveilles, était ancré en face la jetée d'Atlantic Highlands; il nous était impossible d'en apercevoir la coque, une sorte de grande lettre noire en forme d'A, constituée par de forts tuyaux à gaz, s'élevant à environ 12 mètres au-dessus de l'eau, était seule visible. Une flamme ondulait au vent, à son sommet.

« Comme nous approchions, nous vîmes que cet étrange bateau n'avait pas de coque, mais une sorte de pont oblong dont les assises disparaissaient dans l'eau et supportaient une plate-forme un peu plus haute munie d'une sorte de cheminée basse.

« Cette prétendue cheminée était munie d'un couvercle en forme de chapeau haut de forme dont la partie supérieure constituait un habitacle en cuivre. Ce couvercle fut renversé, et, comme nous étions auprès de *l'Argonaute*, nous vîmes la tête d'un homme en émerger. La mer était très forte, et j'observai que *l'Argonaute* était planté aussi solidement dans l'eau qu'un pilier de pierre; des vagues énormes s'écrasaient sur sa plate-forme sans lui communiquer le moindre mouvement.

« *L'Argonaute* pèse 57 tonnes, dit M. Lake, et nous n'avons guère que 2 ou 3 tonnes en dehors de l'eau; je ne l'ai jamais encore vu tanguer ni rouler. » Nous nous installâmes sur la petite plate-forme et regardâmes curieusement au fond du bateau par la tourelle d'observation que nous avions tout d'abord pris pour une cheminée. Wilson avait mis en route le moteur à pétrole, et je me demandais par où se faisait l'échappement que j'entendais bruire dans les tuyaux, lorsque je vis un léger nuage de vapeur s'échapper du sommet même des tuyaux à gaz dont le cadre nous surplombait.

« Cette jambe de l'A, que vous avez pu voir de loin, nous expliqua M. Lake, sert à évacuer les gaz, et cette autre nous fournit le renouvellement d'air, quand nous sommes immergés. Vous voyez, les tuyaux sont assez longs, et nous pouvons encore les utiliser quand nous sommes à 15 mètres au-dessous du niveau de l'eau.

« Au-dessous nous sommes obligés d'avoir recours à l'air comprimé de nos réservoirs ou à un tuyau flexible fixé à l'extrémité des tubes en fer et se prolongeant à une bouée à la surface. » M. Lake avait pris place à la barre, et nous avancions lentement, gouvernant droit au travers de la baie, vers Sandy-Hook et des eaux plus profondes. *L'Argonaute* fait environ 5 nœuds à l'heure à la surface; mais, lorsqu'il s'enfonce et roule au fond, il peut marcher beaucoup plus rapidement.

« Etes-vous prêts à descendre? » demanda M. Lake.

Les vagues balayaient déjà entièrement la plate-forme la plus basse et de temps à autre se brisaient à nos pieds. Nous répondîmes par un signe de tête affirmatif.

« Ouvrez les compartiments du centre, cria M. Lake à l'équipage, par la tourelle d'observation.

« Je remplis d'eau les compartiments du water-ballast, » dit M. Lake, et il nous expliqua : « Généralement nous nous immergeons en laissant couler deux poids en fonte d'une demi-tonne et, après avoir admis assez d'eau pour annuler notre flottabilité, nous hâlons tout simplement le bateau au fond en enroulant sur le treuil les chaînes qui retiennent lesdits poids. Malheureusement nous avons perdu un de ces poids, et nous dépendons pour le moment entièrement de nos réservoirs de *water-ballast*. »

« *L'Argonaute* s'enfonçait lentement sous l'eau, nous étions de plus en plus impressionnés en voyant combien était petit l'instrument auquel nous nous confiions. La petite plate-forme autour de la tourelle d'observation, sur laquelle nous étions, n'était, en réalité, que le sommet du réservoir à pétrole, qui avait à peine $1^{m},80$ de large, et *l'Argonaute* lui-même ne dépassait pas 11 mètres de long; ses flancs disparaissaient sous l'eau, mais pas avant que nous ayons pu voir combien solidement il était construit. — Tout en acier rivé et renforcé, et nous nous étonnions comment un poids aussi formidable pouvait jamais être remis à flot, une fois immergé.

« Nous avons été obligés de donner à *l'Argonaute* une force de résistance colossale, dit M. Lake, pour résister à la pres-

sion de l'eau sous de grandes profondeurs. Il est établi avec des tôles d'acier de même force que ceux que le Gouvernement a employées dans ses croiseurs de 2.000 tonnes, *Détroit* et *Montgomery* ; il résisterait à des fonds de 30 mètres, quoique nous ne descendions rarement au-dessous de 14 mètres ; nous avons tenu à nous laisser une grande marge de sécurité. »

« Je me rappelle que nous fîmes plusieurs questions au sujet de la sécurité des sous-marins en général. D'autres compartiments avaient été remplis, et *l'Argonaute* était à ce point immergé que les vagues balayaient continuellement la plate-forme sur laquelle nous étions, et la tourelle d'observation semblait prête à laisser engouffrer l'eau.

« Il ne faut pas confondre, dit M. Lake, l'*Argonaute* avec un sous-marin ordinaire; il est d'un ordre tout différent et beaucoup plus sûr. Et il nous explique que *l'Argonaute* peut non seulement naviguer à la surface et immerger, mais qu'il a de plus le pouvoir extraordinaire de rouler au fond même de la mer sur roues ; aucun appareil n'a encore donné ces résultats, et *l'Argonaute* est plutôt un motocycle marin qu'un bateau. M. Lake a mis à exécution une idée que le *Patent Office* des Etats-Unis déclara absolument nouvelle.

« Il est temps de descendre, dit M. Lake avec un peu de hâte dans la voix. Je descendis le premier l'échelle ; M. Stevens nous suivit, il était temps ; une grande vague franchit le bord de la tourelle d'observation, lui éclaboussant les épaules. M. Lake ferma vivement le converclé et le boulonna sur ses joints en caoutchouc.

— « Et maintenant, descendons !

« Nous nous trouvâmes alors, dit M. Ray Stannar Backer, dans un long et étroit compartiment, vaguement éclairé par la lumière, d'un vert jaunâtre, pénétrant à travers un petit hublot rond. L'arrière était occupé par la machine à gazoline et le moteur électrique ; en face de nous, regardant l'avant, nous pouvions apercevoir les lourdes portes d'acier de la chambre des plongeurs.

— « Nous sommes presque immergés, nous annonça M. Lake.

« Je grimpai à l'échelle de la petite tourelle d'observation, et regardai à travers un des hublots. Mes yeux étaient exactement au niveau de la surface de l'eau. Dans les intervalles des vagues, je pouvais apercevoir, par instants, les rivages ensoleillés de New-Jersey et, çà et là, au large de Staten-Island, les voiles brillantes des pêcheurs d'huîtres ; la vague suivante passa complètement par-dessus le bateau.



Fig. 275. — Immergeant *l'Argonaute*, l'homme regarde le compas dans l'habitacle.

« Ce spectacle qui m'était offert était très impressionnant, et cela se comprend aisément, car peu de personnes n'ont guère eu l'occasion de pouvoir examiner aussi tranquillement, et par en dessous, la surface de l'eau. J'étais à même d'examiner les magnifiques teintes, qui, se dégradant, devenaient de plus en plus lumineuses vers le sommet des vagues. M. Lake me dit, à ce propos, que, quand l'eau est très claire, il est difficile de s'apercevoir du moment précis où l'on quitte l'air pour pénétrer dans l'eau. Mais, dans les eaux boueuses de la baie où nous étions, la surface de l'eau nous produisait le même effet que si nous étions séparés de l'atmosphère par une immense vitre verdâtre se mouvant de haut en bas, selon les mouvements des vagues.

« Nous étions maintenant complètement immergés, le bruit des vagues, frappant la structure supérieure du bateau avait entièrement cessé. Je regardais à travers le hublot de tribord, n'ayant l'eau qu'à trois pouces à peine du visage, apercevant

distinctement des milliers de méduses aux formes bizarres, à demi transparentes, qui flottaient autour de nous aussi légèrement que du duvet. Elles se réunissaient derrière la tourelle d'observation, dans les remous produits par la marche du bateau, s'agitant, se rencontrant, se séparant et, en un mot, suivant capricieusement tous les mouvements de l'eau. Nous étions en plein domaine des poissons.

« Je descendis au fond du bateau, et fus surpris de le trouver brillamment éclairé à l'électricité. Néanmoins, je commençais à ressentir une vive douleur aux oreilles; on m'expliqua qu'elle était due à l'augmentation de pression d'air; le courant d'air du tube de communication se faisait, en effet, sentir plus vivement. M. Lake suspendit alors un petit miroir, sous un angle de 45° environ, au fond de la tourelle, et gagna la roue du gouvernail. En regardant ce miroir, il pouvait apercevoir la réflection du compas, lequel était placé au plus haut sommet de la tourelle d'observation.

« Nous ne pouvons pas mettre la boussole en bas, dit-il, il y a ici trop de machines et trop d'acier. » Et il explique que dans ses expériences, il a constaté que la boussole marque aussi exactement dans l'eau qu'à la surface.

« Le premier maître apporta la carte marine, et M. Lake nous annonce que nous faisions route directement vers Sandy-Hook et la pleine mer; mais nous n'avions pas encore atteint le fond, et John était très occupé à ouvrir les valves pour augmenter le lest d'eau et nous immerger ainsi davantage. Je me dirigeai vers l'avant du bateau et regardai par le hublot d'observation. L'eau devenait à la fois plus dense et plus jaune, et je voyais à peine au-delà du beaupré de *l'Argonaute* servant de bras de grue à cet étrange amphibie. Des poissons apparaissaient aux hublots comme pour nous examiner, et disparaissaient soudain, au moindre mouvement.

« M. Lake possède quelques photographies remarquables qu'il prit d'un poisson qui était venu lui rendre visite; Wilson nous raconte également le fait d'un crabe qui est resté logé plusieurs jours dans la garniture protectrice d'un des hublots.

« Au moment où je quittai mon poste d'observation, mes yeux tombèrent sur un téléphone dont le récepteur pendait le long des murailles d'acier. « Oh ! dit Jims, nous avons ici tout le confortable moderne. Vous voyez, nous pouvons téléphoner dans l'intérieur du bateau quand le compartiment des plongeurs est fermé. » Et il me fait examiner ensuite un système de sonneries assez complexe, au moyen duquel l'homme de vigie peut communiquer avec la machinerie.





Fig. 276 et 277. — Poissons regardant à travers les hublots de l'*Argonaute ;* ces deux dessins sont fait d'après des photographies de M. Lake, prises aux hublots d'avant de l'*Argonaute*, pendant qu'il remontait la rivière du Patapsco, vers Baltimore.

« Quand nous sommes immergés dans une eau inconnue, ajoute mon cicérone, nous avons un puissant projecteur électrique qui sert à nous diriger. A ce moment nous sentîmes une légère secousse, nous venions de toucher le fond ici très boueux ; aussi les roues furent-elles déchargées de quelques centaines de livres. En effet, nous dit M. Lake, en faisant varier la quantité d'eau introduite dans les réservoirs au moyen des pompes, nous rendons le bateau aussi lourd qu'une locomotive ou aussi léger qu'une plume. Quand le sol est bon, roche ou sable résistant, nous utilisons nos roues ; mais, dans un terrain vaseux comme celui-ci, nous employons notre hélice.

« Nous roulions rapidement au fond de la baie de Sandy-Hook aussi confortablement, plus peut-être, que si nous faisions une promenade en voiture dans Broadway et avec tout autant de sécurité.

« L'équipage chansonne gaiement un refrain, et M. Lake, les mains sur la barre du gouvernail, nous donne quelques détails complémentaires sur sa merveil-

leuse invention. Sur la paroi, en face de nous, sont rangés les cadrans qui marquent automatiquement tous les événements de notre vie sous-marine. L'un indique la pression de l'air dans le compartiment central du bateau, un autre enregistre le vide et, quand tous deux sont à zéro, M. Lake sait que la pression de l'air est normale, c'est-à-dire la même qu'à la surface et il s'efforce de maintenir cette condition. Voici également un cyclomètre, assez semblable à ceux des bicyclettes, qui indique exactement la vitesse avec laquelle le bateau se déplace sur ses roues. Une longue aiguille terminée par un pendule nous dit, en s'inclinant si nous montons ou si nous descendons.

« Tout à coup nous ressentîmes un choc violent, le bateau se souleva, et à notre grand étonnement reprit sa marche tranquille, nous avions tout simplement rencontré une épave et venions de la franchir d'un bond, avec la plus grande facilité.

« Dans ses nombreuses immersions M. Lake a remarqué que presque toujours le fond de la mer est de niveau, ce qui est d'une grande importance pour un véhicule maritime, comme *l'Argonaute*. C'est une erreur de croire que le fond de l'Océan est sillonné de hautes chaînes de montagnes, ou de profondes vallées. Il est plutôt vrai qu'il y aurait peu d'endroits au fond de l'Atlantique qui ne pourraient être considérés comme plaines s'ils étaient mis à sec. Très intéressés par les dissertations de notre hôte, nous gardions nos yeux fixés sur l'indicateur de profondeur le plus fascinant et le plus intéressant de tous les appareils installés à bord. Il indiquait que nous descendions lentement au fond de la mer et nous étions là, enfermés dans une prison d'acier, immergés depuis près d'une heure !

« Nous avions maintenant plus de 30 pieds d'eau au-dessus de nos têtes. M. Lake donna l'ordre d'arrêter la machine, le bruit des dynamos cessa brusquement, les lampes électriques s'éteignirent, et nous fûmes brusquement plongés dans une obscurité complète. Une sensation de terreur nous oppressait, ce ne fut qu'un moment à passer ; une lampe s'alluma, puis une autre, puis une troisième, et le bateau fut en quelques

instants éclairé aussi brillamment qu'auparavant. En effet, *l'Argonaute* possède une batterie d'accumulateurs qui lui permet d'assurer l'éclairage du bateau pendant plusieurs heures. Avec l'arrêt de la machine, l'air qui était fourni de l'extérieur cessa d'arriver; mais M. Lake affirma posséder assez d'air comprimé dans ses réservoirs pour le cas où un accident viendrait à survenir; nous éprouvâmes un soulagement.

« — Cependant, si quelque chose se dérangeait dans le moteur, de telle façon que vous ne puissiez refouler l'eau prise comme lest, que feriez-vous?

« — Nous avons les pompes à main, dit M. Lake, et le résultat, pour se faire attendre un peu plus, n'en serait pas moins aussi sûr.



Fig. 278. — *L'Argonaute* immergé.
Une scène dans le carré de l'équipage. A gauche, M. Lake est assis, l'homme de barre est au centre, on voit les jambes de l'homme de vigie sur les échelons de l'échelle de la tourelle d'observation, à droite.

« — Mais si les pompes à main elles-mêmes cessaient de fonctionner?

« — Alors il suffirait de toucher ce levier pour détacher notre quille, qui pèse 4.000 livres, et nous nous élèverions vers la surface comme une véritable fusée.

« Je questionnai plus avant, et pus voir jusqu'à quelle

minutie avaient été poussées les prévisions. Depuis le moteur à gazoline jusqu'à la pompe à main, tout était aussi parfaitement réglé que le mécanisme d'une montre; de plus, aucun encombrement, les passagers avaient toute latitude pour circuler, manger, et même dormir.

« Nous pûmes savourer une tasse de café bouillant, prise pour la première fois certainement, au fond de la mer.

« M. Lake qui était resté debout, depuis que nous étions partis, s'assit enfin, et nous eûmes le plaisir de causer tranquillement avec lui.



Fig. 279. — *L'Argonaute Junior*

M. Lake construisit son premier bateau sous-marin d'expérience en 1894. Après plusieurs immersions ayant donné satisfaction, il fut abandonné, et reste maintenant à moitié enseveli dans les sables, à *Atlantic Highlands*. Dimensions : longueur, 4m,27; largeur, 1m,37; hauteur, 1m,052.

« C'est un homme puissamment bâti, aux larges épaules, en pleine force de vie, un homme de sang-froid, inventeur pratique. Il parle franchement, avec conviction et modestie, des prouesses qu'il a accomplies.

« Quand j'avais dix ans, dit-il, je lus *Vingt mille lieues sous les mers*, de Jules Verne, ce livre me passionnait, et, depuis cette époque, je n'ai cessé de m'occuper de bateaux sous-marins. »

« A dix-sept ans, il perfectionnait déjà plusieurs appareils mécaniques; à vingt ans, il vendait un gouvernail asservi mécaniquement, qu'il venait de faire breveter.

Ce n'est que vers 1894 qu'il commença à construire son premier bateau sous-marin, *l'Argonaute Junior*, et, pendant non moins de quatre années, il le perfectionna lentement,

prenant ses brevets et se procurant les fonds nécessaires pour mener à bien son entreprise.

« Nous avions fini notre lunch, et M. Lake se mit en devoir de nous montrer quelques-unes des opérations que l'on pouvait effectuer à l'aide de *l'Argonaute*. Nous nous demandions, et c'était mystère pour nous, comment des hommes enfermés dans un bateau sous-marin pouvaient espérer retrouver les richesses contenues dans les navires naufragés, de ramasser et couper des câbles ou de placer des torpilles.



Fig. 280. — Un plongeur quittant *l'Argonaute*.
Le compartiment duquel le plongeur descend est rempli d'air comprimé à la pression nécessaire pour empêcher l'eau de rentrer dans la chambre. La pression est augmentée d'une atmosphère par 10m,33.

« Nous ouvrons simplement cette porte et le plongeur descend au fond de la mer », expliqua M. Lake, comme s'il s'agissait de la chose la plus simple. Cela semblait incroyable, à première vue; mais nous montrant la pesante porte de fer du compartiment des plongeurs. Il nous invita à pénétrer à l'intérieur avec Wilson, qui, tout en étant un ingénieur de talent, est aussi un plongeur des plus expérimentés.

« La massive porte d'acier de la petite chambre fut fermée. M. Lake ouvrit un robinet et l'air comprimé envahit la pièce. Au commencement, nous ressentions de douloureux bourdonnements dans les oreilles, et il nous semblait à tout moment que nos tempes allaient éclater.

« Avalez l'air », nous conseilla Wilson le plongeur.

« Nous usâmes largement du remède, et y trouvâmes un soulagement; mais la sensation générale à mesure que l'air augmentait de pression, quoique égayante, n'en était pas moins pénible. L'aiguille indicatrice du manomètre de pression se mouvait lentement sur le cadran; elle indiqua bientôt que la pression de l'air du compartiment était presque égale à la pression extérieure de l'eau. Wilson ouvrit alors un robinet dans la trappe et l'eau s'engouffra instantanément, nous crûmes un instant être noyés comme des rats dans un piège.

« Vous voyez comme c'est simple, dit M. Lake avec le plus grand calme, quand la pression à l'intérieur est la même qu'à l'extérieur, l'eau ne peut pas pénétrer! »

« Wilson laissa tomber la trappe placée à nos pieds, et nous eûmes à portée de la main l'eau et le fond boueux de la mer. C'était cependant aisé à comprendre; mais néanmoins cela nous semblait encore incroyable, et nous ne voulions même pas en croire nos propres yeux. M. Lake se pencha, ramassa une gaffe et la traîna au fond de l'eau :

« Voyez combien il nous serait facile de ramasser un câble et de le couper, dit-il. Nous pourrions rechercher et couper les câbles sous-marins et les fils de connexion des mines avec New-York en une demi-journée; plus que cela même : si *l'Argonaute* avait été à Santiago, nous aurions pu nous débarrasser des mines du port espagnol en moins de quarante-huit heures et nous glisser sous les navires de la flotte espagnole, où nos plongeurs, sortant du bateau, auraient placé des mines sous-marines sous chaque navire. Ceci fait, nous nous serions reculés en dehors de la zone d'explosion et, à l'aide d'un simple contact électrique, Sampson n'aurait pas eu le trouble d'écraser Cervera. Mais *l'Argonaute* a une destination plus utile : la recherche des épaves.

« M. Lake nous explique alors combien il est difficile pour les plongeurs d'atteindre les épaves, lorsqu'ils dépèndent de la surface; le poids énorme qu'ils entraînent à leur suite, constitué par les tubes d'air et la corde de sécurité, il insiste sur

le peu de stabilité du bateau qui les relie à l'atmosphère. Par de grandes profondeurs, le plongeur ne peut rester submergé qu'à peine une heure, et les trois quarts de ce temps sont employés à monter et à descendre.

« Ici, nous restons au fond tout le temps, dit M. Lake. Dès que nous rencontrons une épave, le plongeur sort immédiatement avec un tube à air très court, éclairé par notre projecteur. Il peut revenir en une minute rechercher des outils, ou bien se reposer et repartir de nouveau sans perdre beaucoup de temps, quelle que soit la distance des vagues au-dessus de nos têtes. »



FIG. 281. — Repos sous la mer (d'après une photographie au magnésium).
La porte en face ouvre sur l'écluse à air de la chambre des plongeurs et donne par suite accès au compartiment de vigie d'avant (Voir la section longitudinale); sur la droite, on voit le téléphone par lequel on est en communication avec la vigie d'avant, quand le compartiment des plongeurs est en service.

« Comme nous remontions à la surface, M. Lake nous communiqua son intention de mettre en chantier immédiatement un sous-marin de 30 mètres de long, *l'Argonaute* étant regardé simplement comme un bateau d'expérience.

« Nous arrivions à la surface, après être restés immergés plus de trois heures! Comme je montais dans la tourelle d'observation pour saisir le premier rayon de soleil, un jaillissement d'écume passa soudain devant mes yeux, et nous pûmes apercevoir, à moins de 30 mètres de nous, un brick qui se dirigeait, toutes voiles dehors, vers New-York.

« Les matelots étaient montés dans les vergues et paraissaient examiner avec une curiosité voisine de la stupeur

l'étrange amphibie, se demandant sans aucun doute quel était ce monstre marin qui apparaissait à la surface pour respirer.

PHILIPPEAU (1896)

Projet de torpilleur sous-marin présenté au concours ouvert par le Ministère de la Marine (*3ᵉ récompense*)

Le projet de torpilleur sous-marin présenté par M. H. Philippeau au Concours de 1896 et qui a obtenu la troisième des récompenses décernées aux concurrents civils, comportait un sous-marin mixte marchant au pétrole à la surface et à l'électricité pendant l'immersion.

Partisan résolu des sous-marins autonomes, l'auteur de ce projet est convaincu que le système mixte seul, dans l'état actuel de la science, peut fournir une solution vraiment pratique du problème de la navigation sous-marine en donnant au torpilleur un champ d'action beaucoup plus étendu que celui qu'on peut réaliser avec les systèmes purement électriques, n'ayant comme réserve d'énergie que des accumulateurs.

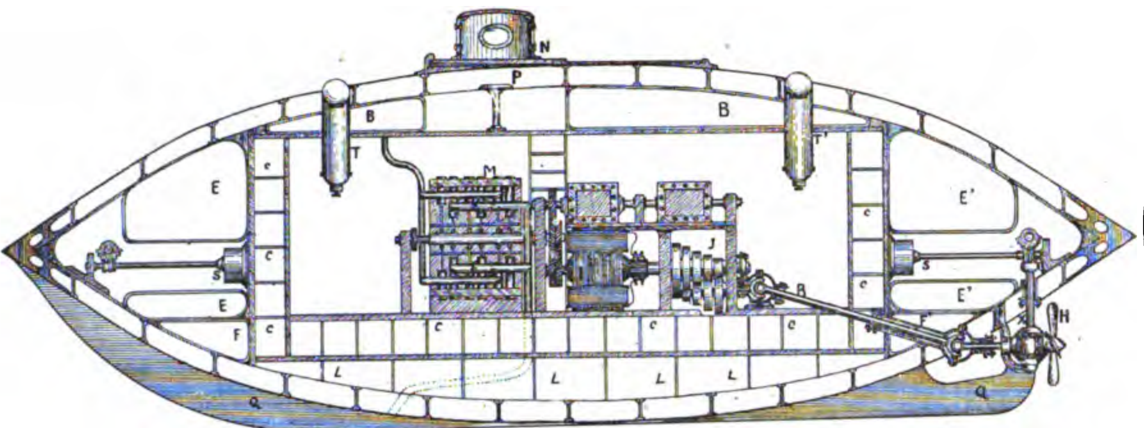
Les dimensions adoptées sont les suivantes :

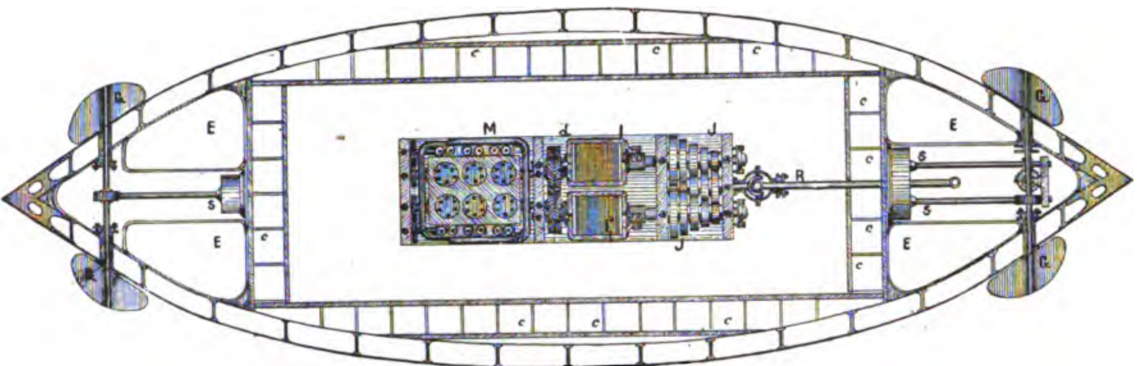
Longueur totale entre perpendiculaires........	16 mètres
Largeur au maître-couple.....................	5 —

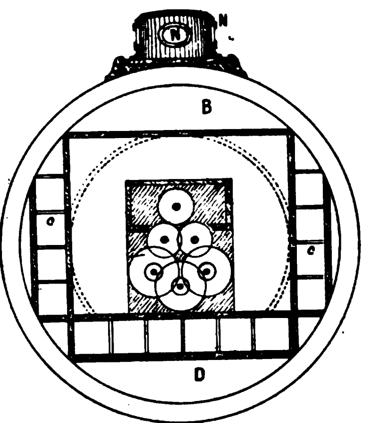
La forme extérieure, en coupe longitudinale, est une ellipse terminée par deux pointes.

En coupe transversale, la forme, en tous points de la longueur, est absolument circulaire, celle-ci présentant incontestablement le maximum de résistance à l'écrasement.

Les bâtiments similaires, réalisés ou projetés, ont en général des formes beaucoup plus allongées. En adoptant celle presque ovoïde, on peut craindre de perdre un peu sous le rapport de la vitesse ; mais, en compensation, on recupère de grands avantages au point de vue de la stabilité, de la facilité d'évolution et de l'habitabilité.







a, *a*, *a*, alvéoles recevant les accumulateurs *c*, *c*, *c*. — B, B', réservoirs d'air comprimé. — D, D, réservoirs d'immersion. — E, E', réservoirs à pétrole. — F, F', réservoirs de stabilité. — G, G, G, G, gouvernails horizontaux. — H, hélice mobile. — I, I', dynamo. — J, J, embrayages et changement de vitesse. — M, moteur à pétrole. — N, coupole. — S, servo-moteur d'immersion. — S', servo-moteur de direction. — T, T, tubes lance-torpilles.

Fig. 282, 283 et 284 (Philippeau, 1896).

La charpente est constituée par des couples ou grands cercles en fer à double I.

Il y a deux coques concentriques dont les tôles viennent se river sur les ailes du fer à I des grands cercles. Le fait d'une double coque assure une grande rigidité à l'ensemble, augmente la sécurité dans le cas possible d'une déchirure de la coque extérieure. Enfin l'espace annulaire compris entre les deux coques est utilisé comme réservoir d'air comprimé.

L'espace disponible, à l'intérieur, est divisé par un système de cloisons horizontales et verticales dont la disposition est nettement indiquée sur les figures 282 et 284 et qui déterminent dans la partie centrale une chambre de section carrée ayant 3m,20 de côté et de 8 mètres de longueur. C'est le compartiment réservé à la machinerie et à l'équipage.

Les compartiments B, B' sont des réservoirs d'air comprimé.

Dans le compartiment inférieur DD, sont les caisses à eau qui servent à produire et à régler l'immersion.

Les compartiments terminaux E, E' renferment la réserve de pétrole pour l'alimentation du moteur. Les deux espaces F, F' sont des réservoirs d'eau dits: réservoirs d'équilibre.

Sur toute la superficie des cloisons verticales et d'une partie du parquet sont ménagées des alvéoles ou cases *a*, *a*, *a*..., destinées à servir de logement aux bacs étanches des accumulateurs, qui peuvent être ainsi disposés en grand nombre tout en n'occupant qu'un espace relativement restreint.

Appareil moteur. — Se rapportant à un sous-marin mixte, le projet comporte nécessairement l'existence à bord de deux moteurs : un moteur primaire, source première de puissance ; — un réservoir ou accumulateur d'énergie ; — enfin un moteur secondaire utilisant, dans les périodes d'immersion, la réserve de force accumulée pendant la marche à fleur d'eau.

Le moteur primaire doit être nécessairement une machine thermique et, entre toutes, le moteur à pétrole semble désigné par la facilité avec laquelle il peut être mis en marche et arrêté instantanément. Un tel résultat ne pourrait être que très difficilement atteint avec une machine à vapeur, par

exemple, dont on ne pourrait éteindre ou rallumer les feux en un instant chaque fois que le service l'exigerait.

Le moteur à pétrole proposé est d'un type spécial, à cylindres multiples et de grande puissance par rapport à son poids et au volume qu'il occupe. La vitesse est maintenue constante par l'action d'un régulateur.

Le système présente des dispositifs nouveaux de distribution et d'allumage, de mise en marche automatique et de détente variable ; la marche est à deux temps pour chaque cylindre.

Le moteur n'attaque pas directement l'arbre de l'hélice, qu'il n'entraîne que par l'intermédiaire d'un jeu de cônes à embrayages électro-pneumatiques, qui permettent de graduer à volonté l'échelle de vitesse et de ramener le sens du mouvement.

Dynamos. — Les dynamos sont montées sur l'arbre intermédiaire dont elles sont solidaires. Elles sont disposées pour servir alternativement comme génératrices et comme réceptrices. Les machines électriques ne cessent de participer au mouvement de rotation de l'arbre intermédiaire, quelle que soit la fonction qu'elles remplissent et même lorsqu'elles marchent à vide sans produire ni recevoir de courant.

Au contraire, le moteur à pétrole est muni d'un débrayage automatique, qui rompt toute liaison avec les arbres par le seul fait de l'arrêt du moteur, lorsqu'on substitue la marche électrique à celle au pétrole.

Pompes. — L'arbre intermédiaire communique encore le mouvement aux pompes à air et à eau, dont le rôle est des plus importants dans un sous-marin.

Les premières ont naturellement pour but de comprimer, dans des réservoirs appropriés, l'air nécessaire à la respiration de l'équipage et à l'alimentation du moteur à pétrole.

Les pompes à eau servent à provoquer l'immersion ou l'émersion par l'introduction ou l'expulsion de l'eau des réservoirs inférieurs D, D'. Elles sont aussi employées à assurer, dans une certaine mesure, la stabilité horizontale, en déplaçant rapidement de l'un à l'autre une partie de la masse d'eau contenue

dans les réservoirs d'équilibre F, F', et cela automatiquement, dès que le bateau vient fortuitement à enfoncer davantage sur l'AV ou sur l'R, ou losqu'on vient intentionnellement provoquer cette inclinaison pour faciliter la plongée.

Régulateurs. — Le projet comporte un certain nombre d'appareils régulateurs automatiques: Régulateurs de stabilité horizontale; — régulateur d'immersion; — régulateur de pression d'air.

Le premier agit de deux manières, simultanément:

1° Par déplacement d'eau, comme il a été dit plus haut;

2° Par action sur les gouvernails horizontaux.

Le régulateur d'émersion règle la profondeur à laquelle on veut descendre et qu'on détermine à volonté par le simple déplacement d'un curseur. Il ne permet pas que cette profondeur soit dépassée dans un sens ou dans l'autre.

Son action est également double et s'exerce en même temps sur les gouvernails horizontaux et sur les pompes chargées de remplir ou de vider les caisses à eau du lest variable.

Enfin les régulateurs de pression d'air ont pour objet de distribuer l'air comprimé des réservoirs à haute pression et de le répartir pour les différents usages en réduisant sa pression à la valeur convenable, suivant les cas.

Propulsion et direction. — La propulsion du bateau et sa direction sont assurées par une hélice mobile H, dont l'axe articulé peut prendre toutes les orientations possibles dans le plan horizontal sur un arc de 180°. Cette mobilité de l'hélice procure une bien plus grande facilité d'évolution que ne le ferait l'emploi du gouvernail qui est supprimé. Elle est obtenue par un dispositif spécial d'engrenages, et la manœuvre de cette hélice-gouvernail s'effectue au moyen d'un servo-moteur électrique S'.

Il en est de même, d'ailleurs, pour toutes les autres manœuvres, qui s'opèrent ainsi par le jeu de divers commutateurs groupés comme en une sorte de clavier sous la main de l'officier commandant. Là sont aussi disposés les divers appareils indicateurs d'usage indispensable: indicateur de pres-

sion d'air dans les réservoirs ; indicateur de pression extérieure, renseignant sur la profondeur atteinte ; indicateur de l'état de charge des accumulateurs ; voltmètres, ampèremètres ; gyroscope servant de compas de route ; oculaire ou récepteur du périscope, etc.

Gouvernails horizontaux. —La direction dans le plan vertical est obtenue par l'action de quatre gouvernails horizontaux, G, G, G, G, (*fig.* 283). Ces gouvernails sont manœuvrés par des servo-moteurs électriques mis en jeu soit à volonté, soit par l'action automatique des régulateurs d'immersion et de stabilité horizontale.

Armement. — Les appareils militaires consistent en un système de deux tubes lance-torpilles divergents, T, T' qui envoient, dans le sens vertical et lorsque le sous-marin est plongé juste au-dessous de la quille du bâtiment attaqué, deux torpilles jumelles dont les bases sont réunies par un lien d'assez faible longueur. Après leur lancement, les deux torpilles montent verticalement, mais en conservant leur divergence, et viennent s'accoler de part et d'autre aux flancs du bateau ennemi, le lien bridant la quille. Elles se maintiennent par un excès de flottabilité. En se retirant, le sous-marin déroule un câble à double conducteur et, lorsque l'officier juge la distance suffisante pour la sécurité du torpilleur, une étincelle électrique provoque l'explosion.

Ce système d'attaque *en dessous* a paru à l'auteur infiniment supérieur à celui qui consiste à lancer horizontalement les torpilles contre les flancs des cuirassés. L'explosion d'un système de torpilles jumelles divergentes tend à couper en deux le bâtiment attaqué, ou du moins ne peut manquer de l'endommager gravement dans ses parties les plus vulnérables.

En résumé, les figures montrent les coupes longitudinales en élévation et en plan, et la figure 284, la coupe transversale du sous-marin.

Le moteur à pétrole est en M. Sa puissance est de 400 chevaux. La réserve de pétrole lui assure un fonctionnement de cent heures environ (à toute puissance).

La puissance des dynamos peut varier, selon le mode d'accouplement des accumulateurs, de 200 à 400 chevaux.

Au départ, pendant la période d'appareillage, la force totale du moteur doit être appliquée à la charge des accumulateurs et au remplissage des réservoirs d'air comprimé à la pression convenable. En route, il conviendra de ne se servir des dynamos comme moteurs que pendant les seules périodes d'immersion, alors que la marche du moteur à pétrole est forcément suspendue. Cependant on voit que, en cas d'absolue nécessité, on peut atteler à la fois les deux moteurs à l'arbre de l'hélice et disposer alors d'une force totale de 800 chevaux, mais cela seulement lorsqu'on navigue à fleur d'eau. Pourtant, pendant l'immersion et cette fois surtout dans les cas urgents, on peut se servir du moteur (qui est disposé pour cet usage), en le faisant fonctionner, du moins pendant quelques instants, au moyen de l'air comprimé des réservoirs à haute pression. On ne peut avoir recours à ce moyen que lorsque la profondeur atteinte n'est pas trop grande et que l'échappement de l'air qui a travaillé peut se faire facilement à l'extérieur, malgré la pression de l'eau.

d est le manchon de débrayage automatique du moteur.

Les dynamos sont en I, I'. En J, J', se trouvent les cônes de changement de marche et de vitesse.

Les pompes à eau et à air sont en *ef*. Une particularité du fonctionnement des pompes, c'est qu'elles sont toujours en marche. Lorsqu'elles ne doivent pas travailler utilement, les compartiments d'aspiration et de refoulement sont mis en communication, et l'action de la pompe se borne à un simple déplacement d'eau ou d'air. Lorsqu'est venu le moment où les pompes doivent agir, une simple manœuvre de vannes, qui d'ailleurs s'opère électriquement, établit les communications nécessaires, et les pompes entrent en jeu immédiatement, sans perte de temps pour la mise en route ou l'amorçage. Tant pour l'eau que pour l'air, les pompes à pistons ont été préférées aux pompes centrifuges.

R, arbre de l'hélice ; H, hélice mobile ; X, engrenage de déviation de l'hélice ;

G, G, G, G, gouvernails horizontaux; S, S, S, servo-moteurs électriques pour la manœuvre de l'hélice et des gouvernails.

La communication avec l'extérieur se fait par un panneau mobile, glissant horizontalement; sur ce panneau est montée la tourelle d'observation T, munie de regards vitrés.

L'éclairage intérieur est assuré par des lampes à incandescence. Deux lampes électriques puissantes sont disposées extérieurement, l'une à l'AV, l'autre à l'AR pour éclairer fortement le milieu liquide. Enfin le sous-marin est muni d'un appareil optique qui permet d'en diriger la marche pendant l'immersion à faible profondeur.

VASSEL (1896)

Le sous-marin de M. Vassel se compose d'une coque en forme de cigare, pointue aux deux extrémités; elle est formée de trois tronçons en bronze réunis par des joints à brides à l'intérieur; elle possède, à la partie supérieure, un dôme servant aux observations et dans lequel est ménagée l'entrée du bateau; à la partie inférieure, un contrepoids servant de quille et sur les côtés deux ailettes en fonte pouvant supporter deux torpilles qui peuvent être lancées de l'intérieur par un appareil spécial, permettant de faire les trois opérations: dégrafer, armer et mettre le moteur de la torpille en marche.

Le déplacement vertical s'obtient au moyen d'une pompe qui emplit ou vide à volonté les réservoirs d'eau ménagés à la partie inférieure.

Des manomètres indiquent la profondeur d'immersion.

La direction est donnée par un tube télescopique vertical.

La propulsion est fournie par un moteur à pétrole actionnant une hélice se déplaçant sur son plan horizontal. Ce bateau ne diffère du *Goubet* que par le moteur.

Robert Rutley (1896)

Le bateau sous-marin de M. Robert Rutley a pour points spéciaux deux puits : l'un à l'avant et l'autre à l'arrière ; dans ces puits tournent des hélices destinées à faire plonger le bateau, lequel possède une flottabilité suffisante pour se maintenir à la surface.

Il a la forme d'un cigare légèrement aplati dans le sens de la hauteur, avec un dos de tortue vers le milieu, supportant un tube de vision, analogue à celui de M. Goubet, et une tourelle disposée de façon à pouvoir prendre de l'air sans mélange

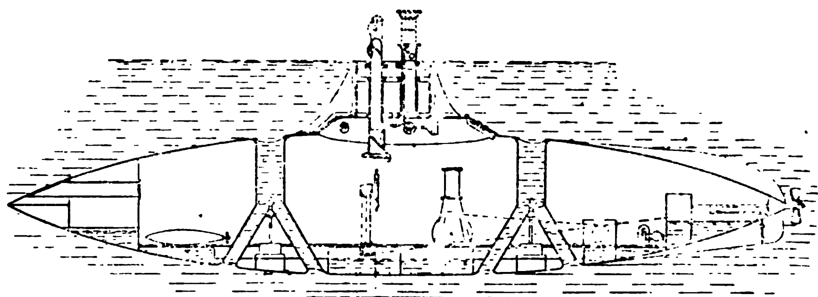


Fig. 285 (Rutley, 1896).

d'eau, lorsqu'il navigue à la surface. Cette prise d'air se bouche automatiquement en cas de plongée. Les tubes de vision et ces prises d'air s'élèvent à volonté.

La force motrice est produite par une machine à pétrole actionnant une dynamo qui distribue la force au moyen de dynamos secondaires en l'emmagasinant dans des accumulateurs.

L'inventeur emploie des dynamos de toutes dimensions pour tous les usages, direction, submersion et pompes d'épuisement, ce qui met toutes les manœuvres entre les mains d'une seule personne.

La stabilité pendant la plongée est assurée par la flottabilité, contrebalancée par les hélices tournant dans les puits, ce qui constitue un équilibre stable.

L'inventeur indique que l'on peut mettre plusieurs tubes de vision, plusieurs prises d'air, et que la partie en dos de tortue porte des hublots permettant d'observer l'horizon dans le cas où un accident surviendrait aux tubes de vision.

Toutes les dispositions sont prises pour assurer l'étanchéité en cas d'avaries aux tubes de vision ou de prise d'air.

Les réservoirs d'eau et de pétrole peuvent être remplis ou vidés à volonté. Après le lancement d'une torpille, l'équilibre est rétabli par une adjonction d'eau.

L'inventeur ne donne aucun détail sur la force des machines et leur fonctionnement.

Torpilleurs sous-marins Drzewieki

En 1877, un ingénieur russe, M. Drzewieki, cherchant à réaliser un scaphandre autonome pouvant se déplacer entre deux eaux, a été amené à construire son premier bateau sous-marin.

Ce minuscule sous-marin, destiné à porter une personne seulement, était mû par une hélice actionnée par des pédales; un réservoir d'air comprimé, qui se trouvait à la partie inférieure, fournissait l'air pour la respiration et pour la vidange du water-ballast; l'air vicié, recueilli par un masque-entonnoir, était continuellement expulsé au moyen d'une petite pompe attachée sur l'arbre de l'hélice. Pour plonger, on introduisait dans un réservoir une quantité d'eau un peu inférieure à celle nécessaire pour l'équilibre parfait, puis on réglait rigoureusement cet équilibre en manœuvrant, au moyen d'un volant

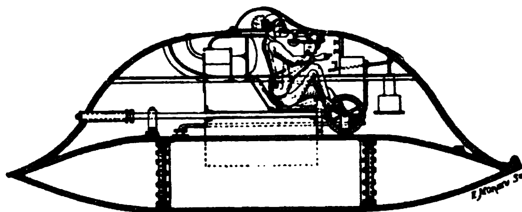


Fig. 286 (Drzewicki, n° 1, 1877).
Longueur, 5 mètres; propulsion au moyen de pédales; immersion par introduction d'eau.

calé sur une tige filetée à pas rapide, un piston qui s'engageait plus ou moins dans un cylindre de fort diamètre, placé à l'avant du bateau et communiquant avec l'eau extérieure, ce qui permettait l'introduction d'une plus ou moins grande quantité d'eau dans le cylindre. L'homme dans le bateau avait la position assise, la tête renfermée dans un casque en verre ; devant lui, à la hauteur de ses épaules, la coque était percée de deux ouvertures circulaires fermées de l'intérieur hermétiquement par des tapes de hublot ; à ces ouvertures s'adaptaient des manches en caoutchouc terminées par des gants. Lorsqu'on voulait s'en servir, on commençait par équilibrer, au moyen de l'air comprimé, la pression intérieure avec celle de l'eau extérieure, on ouvrait les tapes et on introduisait les bras dans les manches ; on pouvait alors détacher la torpille, qui se trouvait extérieurement assujettie au bateau et la fixer à l'endroit où on devait la laisser ; puis, après avoir retiré les bras des manches et refermé les tapes, on s'éloignait en laissant dérouler le fil électrique qui communiquait avec la torpille ; à une distance convenable, on lançait le courant pour produire l'explosion.

Ce premier embryon de sous-marin, avec lequel l'inventeur évolua pendant plusieurs mois dans la rade d'Odessa, attira l'attention du Gouvernement russe, qui commanda à M. Drzewieki un bateau plus perfectionné, qui fut exécuté à Saint-Pétersbourg en 1879.

Ce nouveau type de sous-marin, un peu plus grand que le premier, pouvait contenir quatre hommes assis dos à dos, deux tournés vers l'avant et deux vers l'arrière ; ils actionnaient, au moyen de pédales, deux hélices propulsives, l'une placée à l'avant, l'autre à l'arrière du bateau. Ces deux hélices étaient mobiles (système Goubet)[1], celle d'avant dans le plan vertical et celle d'arrière dans le plan horizontal, de sorte que l'une servait de gouvernail horizontal pour la plongée et l'autre de gouvernail vertical pour la direction. Sur les arbres d'hélices étaient attelées deux pompes

[1] Nous avons vu que l'hélice mobile a été appliquée aux sous-marins par Merriam, en 1866.

rotatives, l'une pour l'air, l'autre pour la vidange du water-ballast; la pompe à air faisait continuellement barbotter l'air respiré dans de la soude caustique, afin de le débarrasser de l'acide carbonique, et un réservoir d'oxygène comprimé remplaçait automatiquement la perte de l'oxygène absorbé par la respiration des quatre hommes. Un dôme circulaire unique, muni de glaces, recouvrait les quatre têtes. A l'avant du dôme se trouvait un tube optique muni de prismes et d'une lunette à sa partie inférieure; cet appareil permettait de voir ce qui se passait au-dessus de l'eau. La plongée se faisait par l'introduction du water-ballast et par l'inclinaison de l'hélice d'avant. Deux torpilles logées extérieurement dans des excavations pratiquées dans la partie supérieure de la coque, pouvaient être affranchies de l'intérieur et accolées sous la coque d'un navire au moyen de deux coussins en caoutchouc reliés de chaque côté de la torpille et qu'on gonflait d'air comprimé.

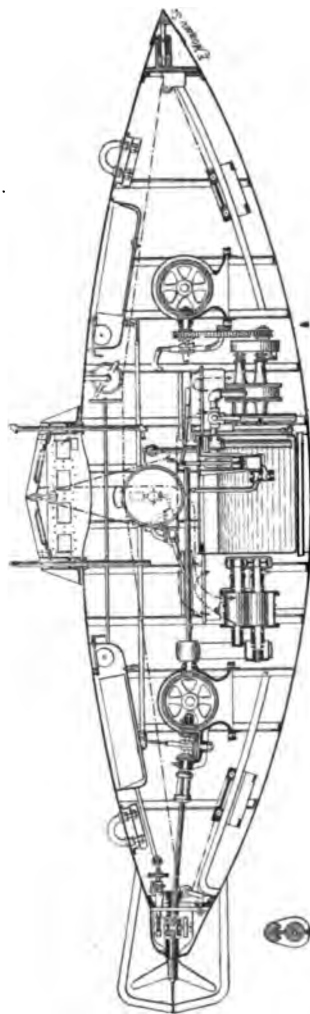


Fig. 287 (Drzewieki, n° 2, 1879).
Longueur, 6 mètres; propulsion par pédales; immersion par réservoir d'eau: plongée par un contrepoids se déplaçant dans le sens de la longueur; muni d'un tube optique.

Les essais de ce bateau, qui eurent lieu dans le lac de Gatchina pendant l'hiver de 1879, parurent à tel point concluants que le Ministère de la Défense des côtes confia à M. Drzewieki

la construction de cinquante bateaux sous-marins d'un type semblable, mais légèrement modifié; ils furent construits à Saint-Pétersbourg en 1881.

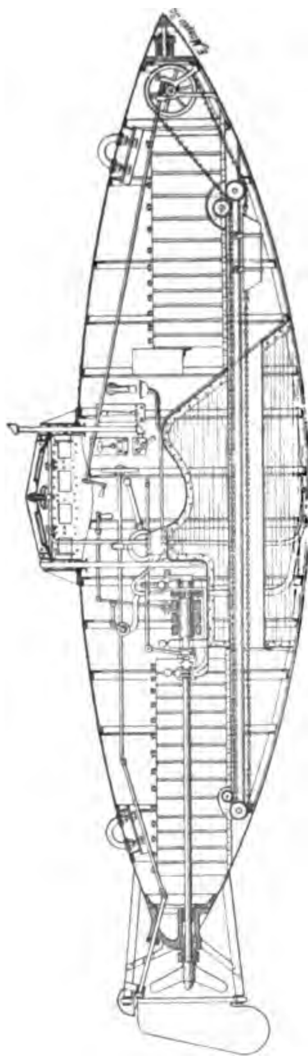


Fig. 288 (Drzewieki, n° 3, 1884).
Longueur 6 mètres; propulsion par moteur électrique; immersion par réservoir d'eau; plongée par deux contrepoids de l'arrière à l'avant ou réciproquement; muni d'un tube optique.

Ces bateaux, dont les dimensions étaient les mêmes que pour le précédent, n'avaient qu'une hélice à l'arrière; elle était mobile dans le plan du gouvernail; elle était mue par une transmission à pédales actionnée par les hommes de l'équipage assis à l'intérieur, comme il a été décrit plus haut. Le changement d'assiette pour la plongée s'obtenait par le déplacement intérieur, le long de la quille, d'un poids mobile, qui, déplaçant le centre de gravité du bateau, lui faisait prendre l'inclinaison désirée. Le reste de l'aménagement du sous-marin était semblable au type précédent.

Ces bateaux, pour lesquels on avait constitué des cadres d'équipage au corps de génie, fonctionnèrent pendant plusieurs années dans la rade de Cronstadt; mais leur défaut capital était la faible vitesse qu'ils pouvaient atteindre (de 2 à 3 nœuds).

En 1884, lors de l'apparition des premiers accumulateurs électriques, M. Drzewieki transforma un de ces bateaux en le munissant d'un moteur électrique de 1 cheval environ et d'une

batterie d'accumulateurs; il réduisit l'équipage de quatre à deux hommes, supprima l'hélice mobile, qu'il remplaça par une hélice simple et un gouvernail, conserva la disposition du poids mobile pour la plongée, et arriva ainsi à donner au sous-marin une vitesse de 4 nœuds.

Quelque temps après, en 1886, lorsque la défense des côtes passa du Ministère de la Guerre à celui de la Marine, ce dernier jugea avec raison que ces minuscules bateaux, suffisants comme appareils de démonstration et d'études, ne pouvaient cependant pas être considérés comme engins de guerre; aussi furent-ils complètement abandonnés.

En 1888, M. Drzewieki, suivant en cela l'évolution naturelle de l'idée des bateaux sous-marins, reconnut que, pour résoudre cette question, il fallait donner au sous-marin des dimensions beaucoup plus considérables, et présenta au Ministère de la Marine russe un projet de torpilleur sous-marin autonome submersible de 150 tonnes.

Ensuite, lors du concours ouvert en 1896 par le Ministère de la Marine française pour un projet de bateau sous-marin, M. Drzewieki reprit la même idée, qu'il perfectionna, et présenta un projet de torpilleur de 190 tonneaux, pouvant naviguer à la surface à la vitesse de 15 nœuds, au moyen d'un moteur à vapeur et ayant la possibilité de s'immerger pour une durée de trois heures, marchant alors à 12 nœuds au moyen d'un moteur électrique et d'une batterie d'accumulateurs. Ce bateau était armé de lances-torpilles sous-marins du système de M. Drzewieki, adopté actuellement par notre Marine, et était muni de tous les appareils propres à régler son immersion et à garantir la sécurité.

Le numéro 1 n'ayant pas été attribué, ce projet a été classé numéro 2, avec attribution d'un prix de 5.000 francs, le Conseil des travaux a en outre retenu l'appareil lance-torpilles de M. Drzewieki et l'a appliqué au *Narval*.

Depuis, M. Drzewieki a encore modifié son projet en renonçant à l'immersion complète, et a proposé un type nouveau actuellement à l'étude au Ministère.

Gustave-Zédé (1897)

Le Gymnote étant un sous-marin d'études et d'expériences, trop petit pour être armé, il était intéressant d'expérimenter un sous-marin de combat, de dimensions plus grandes et armé d'un tube lance-torpilles sous-marin. M. Barbey, étant alors Ministre de la Marine, prit l'initiative de ce projet. M. Romazzotti, ingénieur de la Marine, fut chargé d'en établir les plans ; la construction en fut décidée en 1890, il devait porter le nom de *Sirène*.

Pendant la construction, M. Zédé, l'inventeur du *Gymnote*, mourut, le Ministre de la Marine, pour rendre un dernier hommage à cet ingénieur illustre, donna le nom de *Gustave-Zédé* au premier sous-marin armé de notre flotte.

Le Gustave-Zédé est un *Gymnote*, que l'on a trouvé au début un peu trop agrandi ; en effet l'on est passé sans transition de 17^{m},20 à 48^{m},50; la différence a paru considérable; nous verrons par la suite que les essais du *Zédé* n'étaient pas encore commencés que M. Romazzotti établissait les plans du *Morse*, réduisant la longueur à 36 mètres ; longueur adoptée plus tard pour les deux sous-marins *le Français* et *l'Algérien*.

Le Gustave-Zédé a été construit sur les cales du Mourillon, à Toulon ; la coque est en métal Roma très peu attaquable à l'eau de mer ; sa section est circulaire ; la coupe longitudinale est dissymétrique, comme le montre la figure 289.

Ses dimensions principales sont les suivantes :

Longueur	48^{m},50
Diamètre	3^{m},30
Déplacement	266 tonneaux.

La force motrice, de 720 chevaux, est fournie par deux électromoteurs indépendants de 360 chevaux chacun, du type Thury à six pôles, à excitation séparée, construits par M. Sautter-

Le Gustave-Zédé.

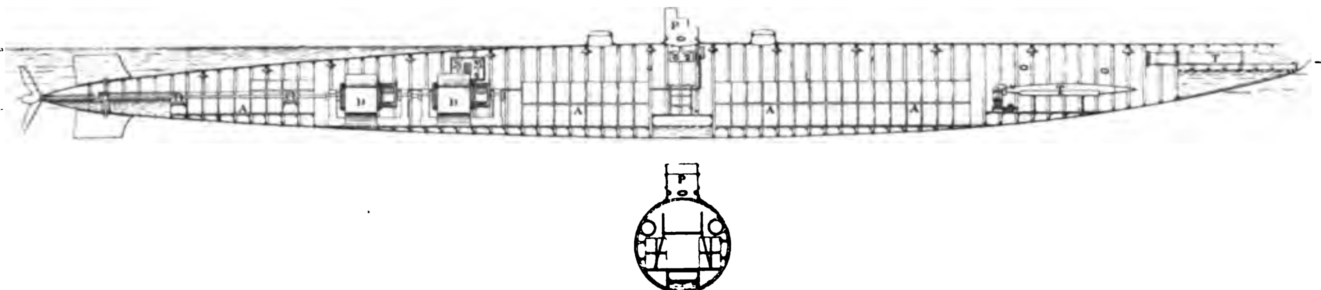


Fig. 289 et 290. — **La figure 289 est une coupe verticale longitudinale, la figure 290 est une coupe verticale transversale.**

Légende. — Longueur, de la coque 48m,50; diamètre, 3m,50; déplacement 266 tonneaux; coque cylindroconique en métal Roma: propulsion par deux moteurs électriques de 360 chevaux, ensemble 720 chevaux; immersion par introduction d'eau et plongée par gouvernail horizontal, — A, A, A, accumulateurs; C, caisse à eau; D, D, électromoteurs; E, tableau de distribution; G, gouvernail; H, roue du gouvernail; I, compresseur d'air; J, chantier de la torpille; P, porte du commandant; T, tube lance-torpilles; T', torpille de 0m,450 sur un chantier.

Harlé, et alimentés par une batterie d'accumulateurs Laurent-Cély ; ces deux moteurs peuvent être couplés en quantité ou

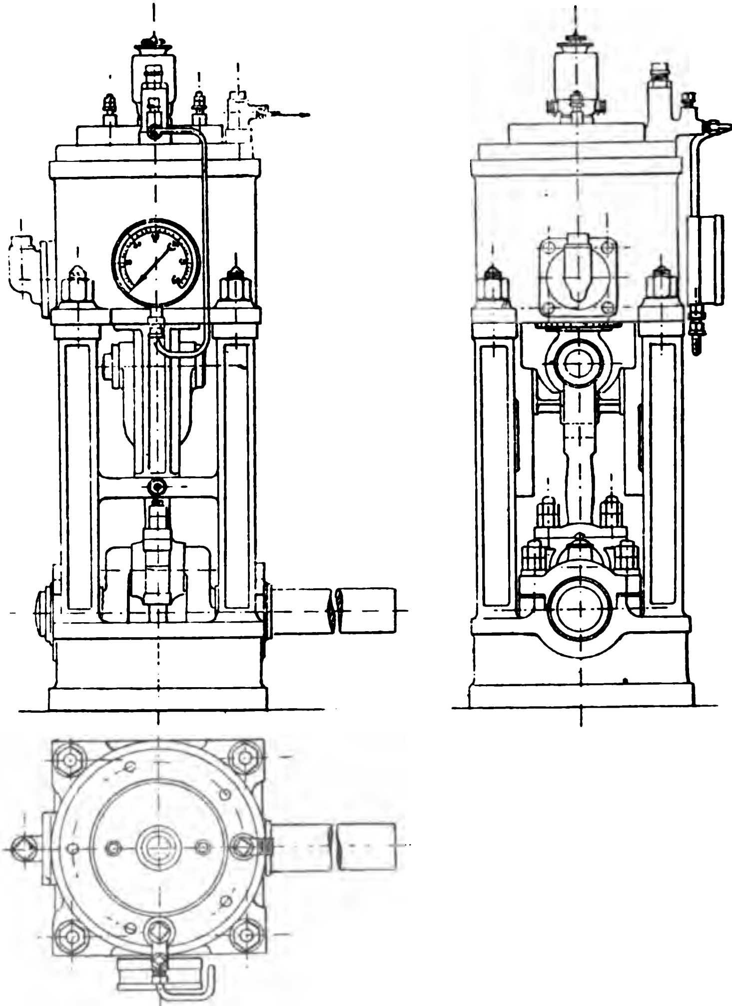


Fig. 291, 292 et 293. — Compresseur d'air, système Thirion.

en tension ; ils actionnent directement l'hélice à la vitesse angulaire de 250 tours par minute.

La batterie, composée au début de 720 éléments, pèse environ 130 tonnes, et l'ensemble du moteur pèse 27 tonnes.

Comme dans *le Gymnote*, l'immersion est obtenue par introduction d'eau dans quatre réservoirs placés un à chaque extrémité, et deux au milieu; les réservoirs extrêmes ont pour but de régler la stabilité longitudinale; l'eau est chassée des réservoirs d'immersion par l'air comprimé fourni par deux pompes Thirion[1], actionnées par deux électromoteurs; les pompes fournissent également l'air nécessaire à l'équipage et au lancement des torpilles.

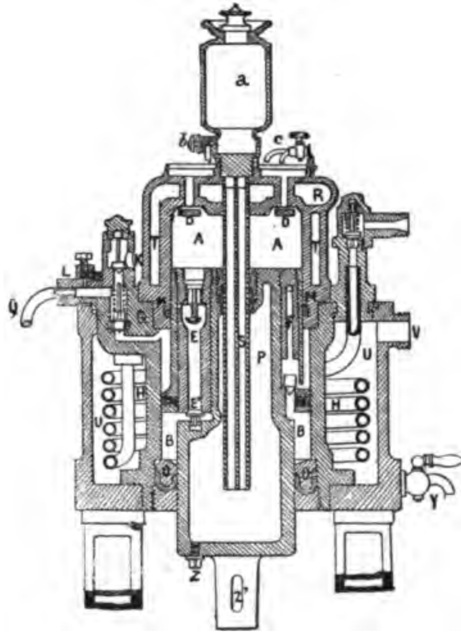


Fig. 294. — Coupe du compresseur d'air.

Quant à l'appareil militaire, il se compose d'un tube lance-torpilles sous-marin muni d'un obturateur à l'orifice AV. Au moment du lancement, l'obturateur est renversé et laisse l'orifice du tube ouvert, comme le montre la figure 295. Après le lancement de la torpille, pour faire une nouvelle charge, l'obturateur est fermé de l'intérieur; l'eau qui se trouve dans le tube est chassée par l'air comprimé, et il est ensuite prêt à recevoir une nouvelle torpille.

Le Zédé emporte trois torpilles de $0^{m},450$: une placée dans le tube et deux dans le compartiment AV.

Un gouvernail vertical ordinaire donne la direction dans le plan horizontal.

La plongée s'obtient, comme dans *le Gymnote*, par un gouvernail horizontal placé à l'AR, manœuvré au moyen d'un

[1] Voir livre II, *Pompes*.

volant placé à l'AV; un manomètre et un pendule indiquent les manœuvres.

Un officier et huit hommes composent l'équipage et assurent tous les services du bord.



FIG. 295. — *Le Gustave-Zédé.*
(Cliché communiqué par *l'Armée illustrée.*)

Les premières expériences du *Zédé* ont donné bien des mécomptes.

C'est tout d'abord la première batterie composée de 720 éléments, dont l'arrimage à bord fut très laborieux et très difficile; le nombre considérable d'éléments avait obligé de les placer les uns sur les autres; de là l'impossibilité de les visiter et de découvrir les courts-circuits ; les praticiens critiquaient ouvertement cette installation déplorable.

L'on s'aperçut promptement que plusieurs éléments s'étaient déchargés sur eux-mêmes et avaient leurs plaques sulfatées ; la batterie fut mise à terre, après un incendie à bord produit par un court-circuit.

Le Zédé fut immobilisé pendant près de deux années, à cause de ses accumulateurs; les courts-circuits étaient occasionnés par des pellicules de peroxyde de plomb, qui tombaient dans le fond des bacs. Il fut décidé que l'on isolerait les plaques par des feuilles d'amiante; les éléments furent réduits de deux plaques, et la batterie réduite à 350 éléments.

C'est dans ces conditions que les premiers essais furent tentés; la vitesse obtenue fut de 8 nœuds.

Les accumulateurs ne présentaient pas le seul inconvénient du *Zédé*. En effet, dans les premiers essais, il a été impossible de maintenir une trajectoire droite entre deux eaux; les embardées en hauteur atteignaient 14 à 18 mètres.

Ces grandes longueurs, qui conviennent aux sous-marins rapides destinés à naviguer au large, ne peuvent s'appliquer aux sous-marins destinés à naviguer dans les rades, dans les ports, passer sous des navires, sous des obstacles; car, sous un angle de plongée de quelques degrés, le tirant d'eau se trouve doublé.

Après ces essais préliminaires, la première batterie fut débarquée et remplacée par des éléments de plus grande capacité, afin d'éviter le couplage en quantité. Il fut apporté diverses modifications aux appareils de plongée, au kiosque. Le casque en toile a été remplacé par une tourelle métallique de $1^{m},50$ environ de hauteur rivée à la coque; à l'-R de la tourelle d'observation se trouve le panneau d'embarquement.

La hauteur de la tourelle permet au commandant du sous-marin d'émerger de la quantité nécessaire pour repérer sa route, tout en laissant le sous-marin dissimulé et protégé par une couche d'eau d'un mètre et n'offrant au tir de l'ennemi que la surface minuscule de la coupole.

Voici, d'après les rapports officiels, le compte rendu des expériences du *Gustave-Zédé* :

Le sous-marin que possède la flotte française, qui est aujourd'hui armé au même titre que les bâtiments de nos forces navales actives, est-il un navire de combat? Le pouvoir offensif du sous-marin réside tout entier dans ses torpilles; il n'y a pas

à donner de détails sur son appareil militaire; il ne peut être question que d'enregistrer le succès des expériences : en



Fig. 296. — *Le Gustave-Zédé* en marche.
(Cliché communiqué par *l'Armée illustrée*.)

décembre, il lance deux torpilles sur *le Magenta*, la première

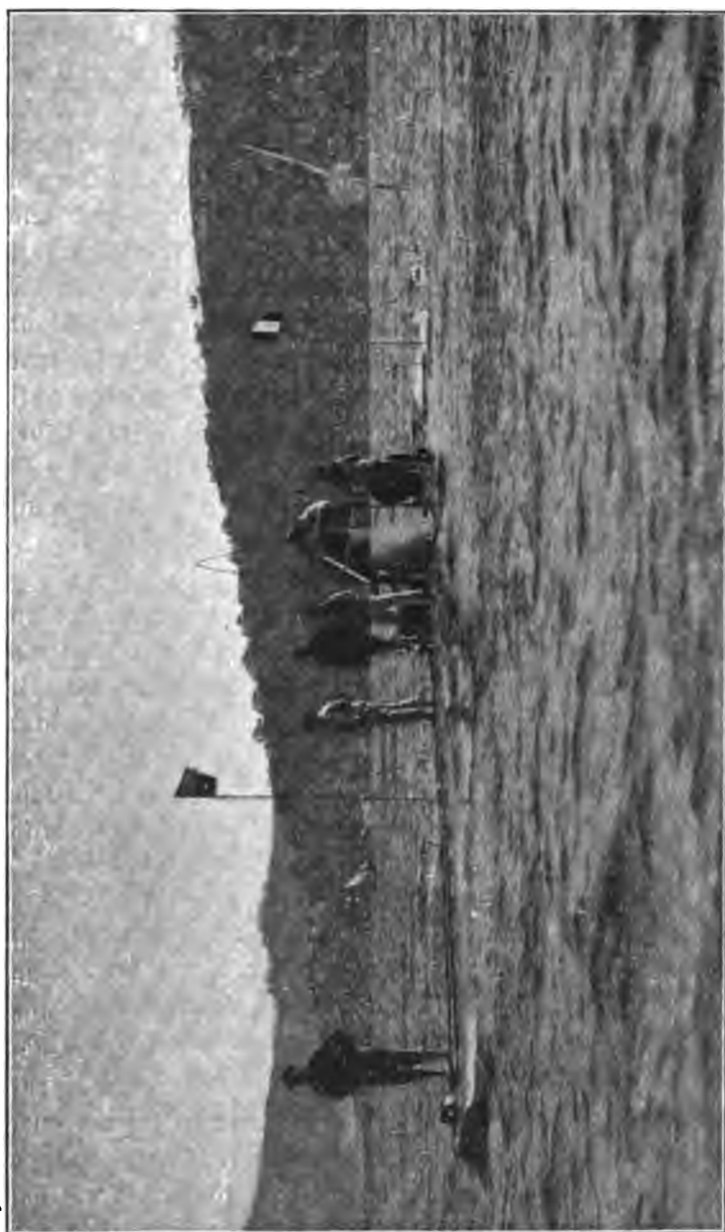


Fig. 297. — *Le Zédé* à fleur d'eau.
(Cliché Marius Bar.)

le cuirassé étant à l'ancre, la seconde le cuirassé marchant à une vitesse de 8 à 10 nœuds; dans les deux cas, le lancement a réussi; il a réussi à nouveau dans les expériences faites devant le Ministre.

Les expériences qui ont été faites aux Salins d'Hyères et dans la traversée de Marseille avaient pour but de constater si *le Gustave-Zédé* était en état de donner une solution au problème du torpilleur sous-marin. Dans les expériences de décembre, aux Salins, il s'est rendu de Toulon au point des essais par forte brise, par mer clapoteuse, sans fatigue, sans inconvénient d'aucune sorte; il naviguait à la surface, c'est-à-dire laissant seulement émerger sa coupole pour assurer sa direction. Fût-il gêné par la houle, en s'enfonçant, il était absolument à l'abri des mouvements de la surface; il continuait sa navigation sous l'eau, à tâtons, il est vrai, mais non sans instruments pouvant lui donner sa direction, que de rapides émergences lui permettaient de contrôler et d'assurer.

La distance de Toulon aux Salins est très courte; il n'en est pas de même de celle de Toulon à Marseille, qui est de 41 milles, soit en chiffre rond de 76 kilomètres; il a accompli cette traversée accompagné d'un remorqueur du port de Toulon, *l'Utile;* mais ce n'était qu'un excès de précaution; *le Gustave-Zédé*, malgré la forte houle, n'a pas eu besoin une seule fois de recourir à son convoyeur; il a continué sa marche à petite vitesse, à 6 nœuds environ, et est entré à Marseille sans incident. Il naviguait à la surface, ce qui était une preuve d'excellente navigabilité; mais, en raison du clapotis, tout était clos à bord comme s'il eût marché sous l'eau; l'équipage est donc resté plus de sept heures consécutives dans les mêmes conditions que si le bateau avait été complètement immergé. L'enseignement à tirer de cette traversée est que *le Gustave-Zédé* peut accomplir une traversée de 41 milles par ses propres moyens, sans incident de navigation, sans incident d'habitabilité.

Ces 41 milles ne sont pas le terme de sa distance franchissable; ses accumulateurs étaient en état de le ramener à Toulon; mais l'expérience de marche se doublait d'une expérience de

ravitaillement, et le sous-marin a chargé ses accumulateurs sur le réseau électrique de la ville de Marseille.

Nous citons la page suivante, prise dans *la Défense navale*, par M. Lockroy.

Exercice d'attaque du Magenta *par* le Gustave-Zédé. — « Les trois cuirassés *Magenta*, *Neptune*, *Marceau*, tirent sur *le Gustave-Zédé*, avec leurs pièces moyennes et légères.

« L'exercice commence au signal, à 3h,17. La torpille est lancée à 3h,28. La durée de l'attaque et du tir est donc de onze minutes.

« La torpille, dont la trajectoire est oscillante, atteint *le Magenta* dans la verticale de la tourelle avant bâbord.

« *Le Gustave-Zédé* a plongé à 3h,20 pour la première fois. A partir de ce moment, il a émergé cinq fois. La plus longue apparition a duré une minute trente secondes; la plus courte, trente secondes.

« La défense connaissait la position initiale du sous-marin, ce qui était pour elle un avantage considérable.

« Dans chaque exercice, *le Gustave-Zédé* ne montrait que son kiosque.

« L'expérience avait lieu en plein jour. Les trois cuirassés connaissaient non seulement l'heure où devait se produire l'attaque, mais encore la position exacte du *Gustare-Zédé*. Cependant la petitesse du but qu'il offrait à leurs coups, la durée très minime de ses émersions, n'auraient certainement pas permis à l'artillerie de l'atteindre, à moins d'un hasard heureux. S'il avait été muni de l'appareil de visée actuellement en service, il n'aurait plus été dans l'obligation de montrer son kiosque, et les cuirassés se seraient trouvés sans défense. »

« De son côté le commandant du *Gustave-Zédé*, rendant compte du même exercice, dit dans son rapport :

« Aux termes de la dépêche ministérielle du 19 no-
« vembre 1898, l'expérience devait porter principalement sur
« la possibilité d'utiliser l'appareil militaire du bâtiment et, à
« ce point de vue, il semble qu'on a constaté l'exactitude de

« l'opinion émise par la Commission d'essais, dans sa séance » du 3 novembre 1898 :

« Si une escadre ennemie se présentait au large de Toulon, « ou tentait un coup de main contre les îles d'Hyères, *le* « *Gustave-Zédé* sortirait et aurait des chances de réussir à « torpiller un ou plusieurs des bâtiments ennemis. »

Le Gustave-Zédé est notre premier sous-marin de combat; nous devons constater que, si ses débuts ont été problématiques, ses dernières expériences ont été concluantes, au point de vue de la navigabilité et de la précision de son appareil militaire ; ce dernier point est le plus important.

Il était intéressant aussi de connaître le mouvement que produit, sur la stabilité, la sortie de la torpille.

L'on sait que le poids d'une torpille est égal au volume qu'elle occupe dans le tube lance-torpilles; donc l'eau qui entre dans le tube à la sortie de la torpille ne modifie pas l'équilibre; mais il était d'un grand intérêt de connaître comment se comporte un torpilleur sous-marin au moment du tir; c'est ce que *le Gustave-Zédé* a démontré.

Explorateur sous-marin de Jobard (1897)

Cet explorateur consiste en un long tuyau de tôle. que termine une chambre en fonte, assez grande pour loger un homme couché à plat ventre sur un matelas, et suffisamment lourde, pour se maintenir au fond de l'eau. La partie supérieure de ce tuyau est fixée au bord d'une barque, et communique librement avec l'air extérieur.

L'homme, étendu sur le matelas, se trouve donc comme au fond d'un puits.

Il ne perd jamais le ciel de vue, et n'a rien à craindre de la pression de l'eau, à quelque profondeur qu'il descende. Il passe ses bras dans des manches en caoutchouc, terminées par des mitaines, et garnies intérieurement d'anneaux métalliques, pour protéger ses membres contre la pression de l'eau. Il

regarde autour de lui à travers d'épaisses lunettes, et fait main basse sur les objets qui lui apparaissent bons à prendre.

Du fond de son habitation, il commande aux matelots placés dans la barque de le transporter dans telle ou telle direction.

Une collection de crochets et autres engins préhensibles est

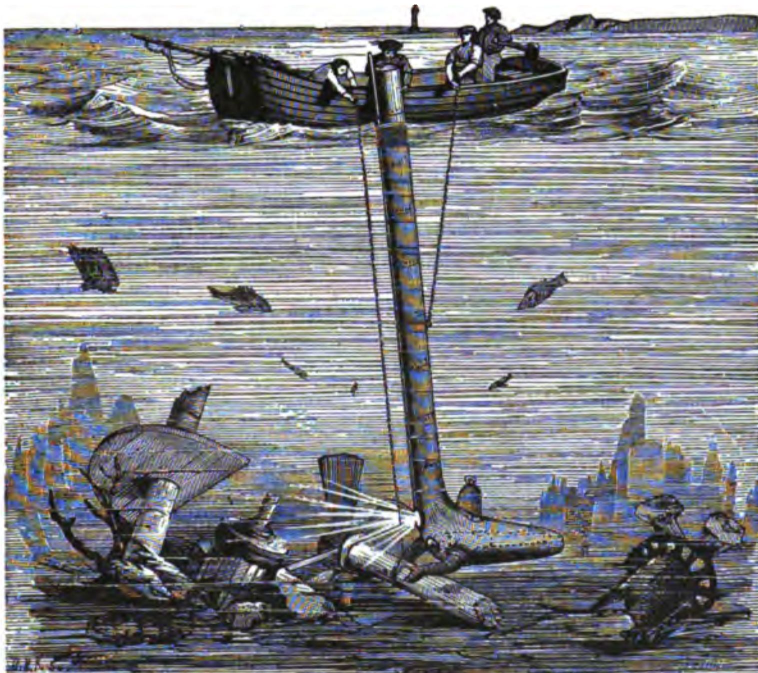


Fig. 298.

appendue au dehors du tube, à portée du plongeur ; celui-ci y attache tout ce qu'il recueille, et le butin est enlevé par les gens de l'embarcation.

L'air se renouvelle constamment, grâce à un petit tuyau qui monte jusqu'au sommet du tube et qui forme comme la cheminée d'une lampe destinée à l'éclairage des eaux troubles ou profondes.

Tel est l'*explorateur sous-marin* de Jobard. Ce puits portatif aurait pu présenter quelques avantages ; cependant il ne parut

pas répondre aux besoins de la pratique, et les expériences que l'on fit dans la Seine, à Paris, ne donnèrent aucun résultat sérieux.

TRAVAILLEURS SOUS-MARINS

Cervo (1831). — Greppo (1840). — Podelski (1845). — W. Arnoldson (1868). — Balsamello (1893). — Piatti dal Pozzo (1896). — L. de Rigault (1899).

Avant de décrire les nouveaux sous-marins actuels ou en cours d'essai, nous croyons intéressant de réserver dans le cadre de notre ouvrage une place spéciale aux quelques appareils sous-marins, — sorte de cloche à plongeurs — destinés à effectuer divers travaux sous-marins, explorations des fonds marins, recherches d'épaves, etc., etc., lesquels, vu les grandes profondeurs où l'on est obligé de descendre, ne pourraient être effectués avec les sous-marins que nous venons de décrire.

Ces appareils peuvent recevoir une ou plusieurs personnes ; ils sont munis de hublots pour faire les observations nécessaires et de dispositifs appropriés leur permettant de saisir de l'intérieur les objets coulés au fond de la mer.

La forme la plus généralement adoptée pour les appareils construits dans cet ordre d'idée est la forme sphérique, laquelle résiste la mieux aux énormes pressions que l'on est susceptible de rencontrer dans ces profondeurs.

Ces travailleurs sous-marins — qualificatif généralement employé pour les désigner — sont nécessairement accompagnés d'un navire pour les remorquer sur l'emplacement des explorations à effectuer. Le rôle de ce navire consiste à fournir au travailleur sous-marin la lumière, la force motrice, le lest à descendre et aussi à embarquer à son bord les prises d'épaves.

Par ce qui précède, on voit de suite l'intérêt incontestable

que présentent les études et les expériences qui sont ou seront tentées dans cette voie.

En ne citant que ceux qui ont pu trouver les ressources nécessaires pour réaliser leurs audacieuses entreprises, nous voyons, en 1831, l'Espagnol Cervo, noyé près des îles Minorque, accroupi dans l'étroit espace d'une petite sphère en bois où tout mouvement lui était interdit, tant il avait fallu la surcharger de pierres pour obtenir la submersion. Il faut espérer que l'asphyxie aura abrégé l'agonie de ce malheureux, qui paraît avoir choisi plutôt un suicide original que tenté une expérience sérieuse.

Greppo, né à Trieste, disparaît à trente ans dans une mince sphère de cuivre qu'il avait construite lui-même dans le plus grand secret (?), lui consacrant dix ans de sa vie et toutes ses économies patiemment amassées dans ce but.

Podelski, d'origine russe ou polonaise, eut le même sort cinq ans plus tard. Comme l'ingénieur Brun, celui-ci obtenait la submersion en ouvrant un robinet qui laissait pénétrer l'eau dans sa sphère.

Beaucoup plus récemment, en 1868, W. Arnoldson, du Connecticut, disparut à son tour dans une sphère métallique reliée par un câble à un navire chargé de le remorquer en pleine mer et de le remonter à un signal donné.

Tandis qu'il était plongé dans la contemplation des merveilles que son hublot lui permettait de découvrir, ou, plus vraisemblablement, asphyxié au point de n'avoir plus l'énergie nécessaire pour donner le signal de le remonter, une subite tempête souleva brusquement une houle énorme du sud-ouest; le câble se rompit, et le navire dut abandonner le navigateur sous-marin.

« Et maintenant, racontent les journaux américains de « l'époque, l'infortuné Arnoldson est condamné à rouler éter- « nellement dans son cercueil métallique, pris dans un courant « sous-marin qui l'entraîne dans un cycle sans fin. »

Jusque-là, à part les quelques tentatives que nous avons citées pour la construction d'engins de guerre, la curiosité

seule paraît avoir été le but des plongeurs, qui ont payé de leur vie la fascination des mystères de l'inconnu.

Toutes leurs sphères étaient munies d'un hublot vitré qui leur permettait de voir le fond de la mer (ils le croyaient du moins), et leur rêve devait être de revenir faire part à leur entourage des étranges découvertes qu'ils espéraient faire.

Il faut arriver à une époque tout à fait récente pour trouver un appareil ayant comme but défini d'utiliser sa descente pour l'exploitation des fonds de la mer.

Le 29 juillet 1893, à Civita-Vecchia, un ingénieur italien, Balsamello, fit des essais officiels dans une sphère qu'il avait baptisée *la Balle nautique*, probablement en raison de sa forme et de la fréquence de la montée et de la descente de son appareil, qui dansait pour ainsi dire au-dessus du fond de la mer, comme une balle élastique. Les Ministres italiens de la Marine et de la Guerre étaient représentés.

La machinerie, placée dans l'intérieur du bateau, lui permettait de fermer les crochets ou mâchoires dont sa base était munie. Des lentilles placées autour de la coque laissaient apercevoir le fond à une faible profondeur. Quand *la Balle nautique* descendait sur un objet à enlever, ses mâchoires le saisissaient avec plus ou moins de bonheur, et on remontait l'épave avec la sphère, quand la capture voulait bien ne pas se décrocher en route.

Le correspondant de l'*United Service Gazette*, qui assistait aussi à cette unique expérience, raconte qu'on jeta à portée de *la Balle nautique* un grand nombre de gueuses en fonte et qu'après quelques essais l'appareil réussit à en ramener *une*, aux applaudissements enthousiastes d'une foule énorme massée sur les quais et sur une flottille d'embarcations légères.

Le correspondant constate que la profondeur était de 7 à 8 mètres, sans quoi l'expérience eût été décisive pour consacrer ce bateau comme le plus précieux sauveteur d'épaves qu'on pût imaginer.

Jusque-là, avec une apparente bonhomie et ce flegme britannique qui permet de douter si l'écrivain est sérieux ou

ironique, on pourrait croire à une conviction indécise ; mais il ajoute :

« Les scaphandres descendent *un peu* plus bas, opèrent « plus vite et beaucoup plus sûrement, et cet appareil, qui sera « très remarquable, quand il pourra faire quelque chose, n'est « pas encore en état de donner tout ce qu'il a promis. On a « fait beaucoup de feu pour cette invention, et l'expérience n'a « donné que de la fumée. »

Ce correspondant est plutôt dur pour Balsamello, qui est Italien, les alliances secrètes politiques de l'époque lui permettant de rester Anglais en cette circonstance. Mais pensez que l'œuvre était italienne et que nos voisins savent à propos faire mousser les fleurs de leur terroir; la *Tribuna*, après le compte rendu très succinct de l'expérience, résumait donc son opinion en ces termes :

« Le génie italien vient de se révéler au monde civilisé par « l'invention d'un de ses enfants; la voie est ouverte; l'expé- « rience a tenu toutes ses promesses, et l'ingénieux inventeur « *ne manquera pas d'apporter*, dans un avenir très prochain, « les quelques petits perfectionnements que son œuvre solli- « cite pour atteindre la perfection. » — (*Sollicite* apparaît ici comme une trouvaille !)

Après ce dithyrambe, que peut expliquer le chaud soleil de la baie génoise, nous lisons dans le *Bulletin du Zollverein européen*, cette simple ligne :

« *La Balle nautique*, expérimentée aujourd'hui, n'a pas donné les résultats espérés, et il ne semble pas qu'elle les puisse donner jamais. »

En mai 1899 l'on a procédé à Cherbourg, aux essais du travailleur sous-marin, baptisé *la France* (*fig.* 299 et 300).

Les expériences devaient avoir lieu primitivement au Havre ; mais la profondeur n'était point suffisante.

On choisit alors Cherbourg. On peut descendre à 80 mètres, à 100 et, progressivement, jusqu'à 180 mètres et davantage peut-être.

Cet engin mis en état et lesté a été sorti de la forme de

radoub où notre gravure le représente (*fig.* 301). *La Ville-de-Cherbourg*, ayant à bord plusieurs représentants de la Compagnie Benjel, l'a pris à sa remorque et l'a conduit en dehors de la rade.

Ces essais ont parfaitement réussi. Le travailleur sous-marin est descendu trois fois au fond de l'eau à une profondeur de 30 mètres et est resté chaque fois au moins une heure submergé.

La première fois, M. Piatti avait pour compagnon un ouvrier forgeron. Des représentants de la Compagnie sont descendus ensuite; ils ont pu constater que l'engin fonctionnait parfaitement et offrait toute sécurité.

Le Travailleur sous-marin a été ensuite conduit par le remorqueur sur l'épave du *Campéador*, steamer coulé sur des fonds de 50 à 60 mètres.

A en juger par ces expériences, il paraît appelé à rendre de grands services.

Il est question de rechercher la coque de *l'Alabama*, coulée en face de Cherbourg, lors de la guerre de Sécession en 1864, par le navire *Kersage*.

Les ingénieurs ont la conviction qu'ils réussiront dans leur entreprise.

C'est en 1896, que M. Piatti dal Pozzo pris un brevet pour son travailleur sous-marin, qui fut coustruit à Vitry-sur-Seine, dans les chantiers de M. Delisle.

L'intérieur de la sphère renferme les organes de transmission de mouvement aux hélices C, combinés au nombre de trois pour réaliser la marche en tous sens, ainsi que pour le gouvernail.

Ces divers organes sont installés sur un plancher auquel on arrive de l'extérieur par un trou d'homme, se fermant hermétiquement et conduisant à une échelle intérieure, et ne communiquant que par des portes fermant hermétiquement.

Des regards sont disposés de façon à permettre de l'intérieur l'observation dans toutes les directions. Des caisses à lest sont symétriquement disposées et montées extérieure-

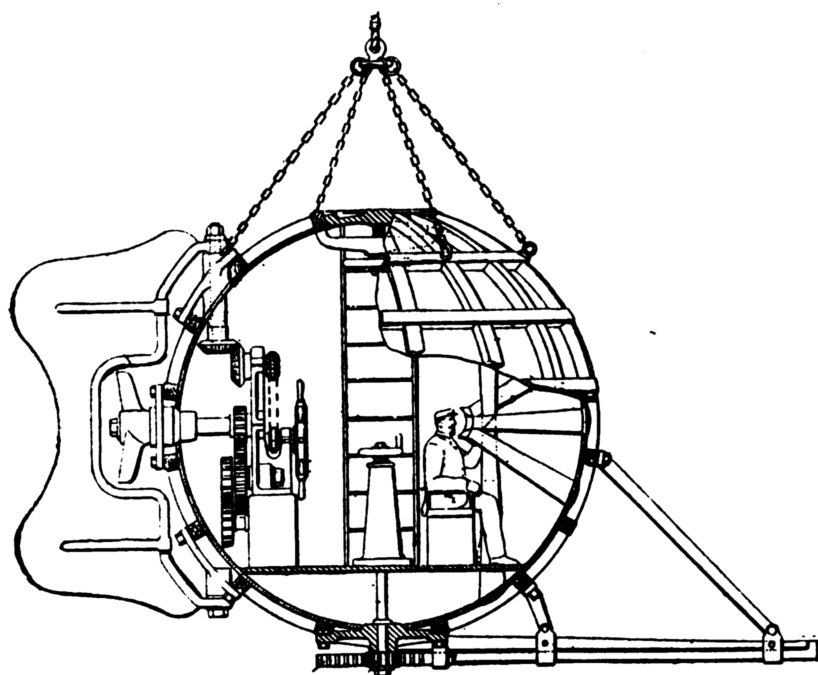


Fig. 299. — Coupe verticale.

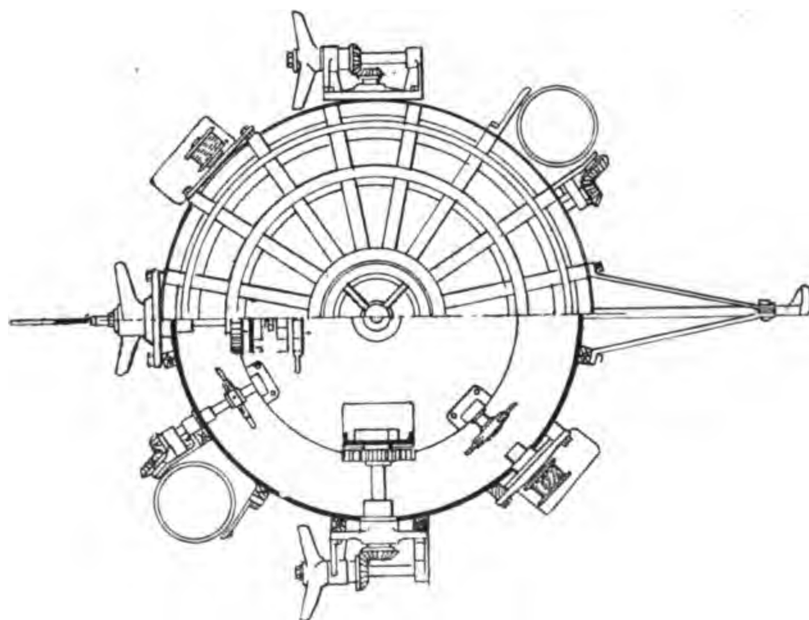


Fig. 300. — Demi-plan et demi-coupe horizontale.

ment, se manœuvrant de l'intérieur pour, étant remplies de matériaux lourds, lors de la descente, pouvoir être vidées entièrement ou partiellement, et permettre à l'appareil de remonter

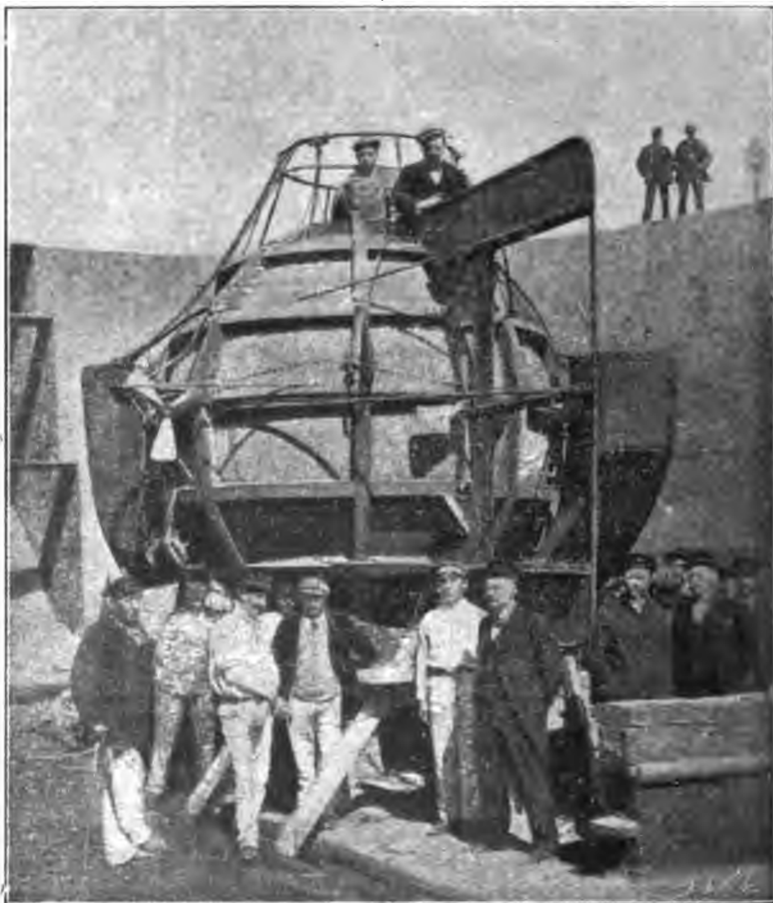


Fig. 301. — Le nouveau travailleur sous-marin *la France*.
(Phot. Desrez. Cliché communiqué par *l'Illustration*.)

de lui-même plus ou moins vide, sans avoir à recourir complètement au câble de suspension, lequel sert en même temps de conduit pour les fils électriques de communication téléphonique ou autres.

Ce dispositif est complété par un appareil de sûreté à poids, disposés extérieurement de la même manière et dont les câbles de suspension se déroulent d'un jeu de poulies, quand les axes en sont libérés.

On ne fait usage de ce dispositif que quand une cause quel-

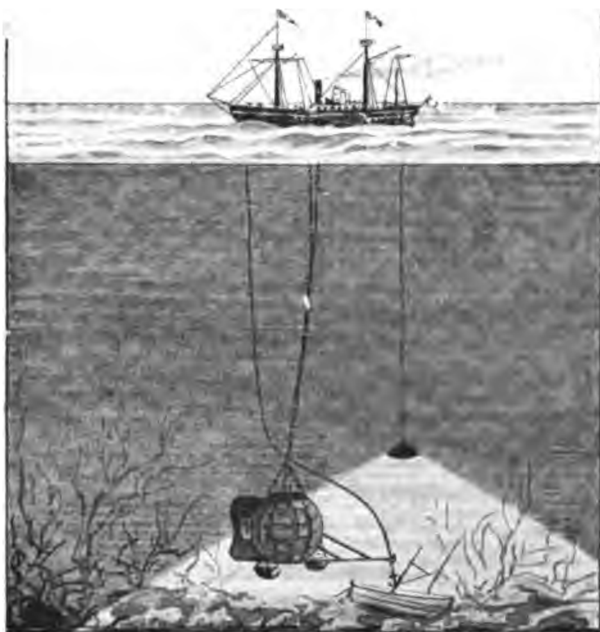


Fig. 302.

conque, les caisses à lest, ne seront plus en état de fonctionner.

Ces poids sont combinés de telle sorte, avec leurs câbles, que quand ces derniers ne sont pas assez longs pour libérer le bateau de l'action desdits poids, ces derniers se séparent automatiquement.

En vue de l'exécution des divers travaux, enlèvement de roches, d'épaves, etc., etc., le travailleur sous-marin est combiné avec un dispositif formé de pinces extérieures, et deux branches de longueur suffisante, dont l'une, est fixe, tandis

que l'autre est mobile et peut se déplacer longitudinalement par rapport à la première, de manière à réaliser le fonctionnement de la machine.

En vue de sa manœuvre, la tige mobile est formée d'une crémaillère sur laquelle agit un pignon dont l'axe se manœuvre intérieurement.

L'éclairage nécessaire pour effectuer le travail sous-marin est fourni par une puissante lampe électrique, maintenue à l'endroit voulu par le convoyeur destiné à l'accompagner dans ses explorations.

*
* *

Le dernier en date est le brevet pris récemment par notre ami L. de Rigaud, qui a résumé ainsi les principaux avantages de son explorateur sous-marin.

« L'appareil que nous présentons sous ce nom (ὕδωρ, eau, et φίλος, ami) a la prétention, et il est en mesure de la justifier, d'être un appareil sérieux et pratique, dont toutes les ordonnées sont mathématiqnement calculées, et qui a pour lui cette chance, de naître à un moment où l'étendue de nos connaissances physiques et chimiques, la puissance et la précision de nos moyens industriels, où l'art de la mécanique est à son apogée et où l'on a pu dire avec raison, que l'homme, avec de l'or, peut réaliser tous ses rêves.

« Comme on le voit par la figure 303, *l'Hydrophilos* présente l'aspect d'un œuf immense. Une série de hublots surmontés, dans la pratique, de puissants projecteurs électriques, permettent d'apercevoir le champ de travail, et, par conséquent, d'établir les meilleures conditions dans lesquelles il conviendra d'opérer.

« Cet appareil est divisé en deux parties rigidement assemblées entre elles et séparées horizontalement, selon une ligne double pointillée que l'on aperçoit à la partie supérieure, prenant naissance à droite, au-dessus d'un anneau extérieur et aboutissant à gauche, un peu au-dessus du gouvernail. Cette

ligne marque le joint qui réunit les deux chambres par une double cloison, plancher de la première, plafond de la seconde.

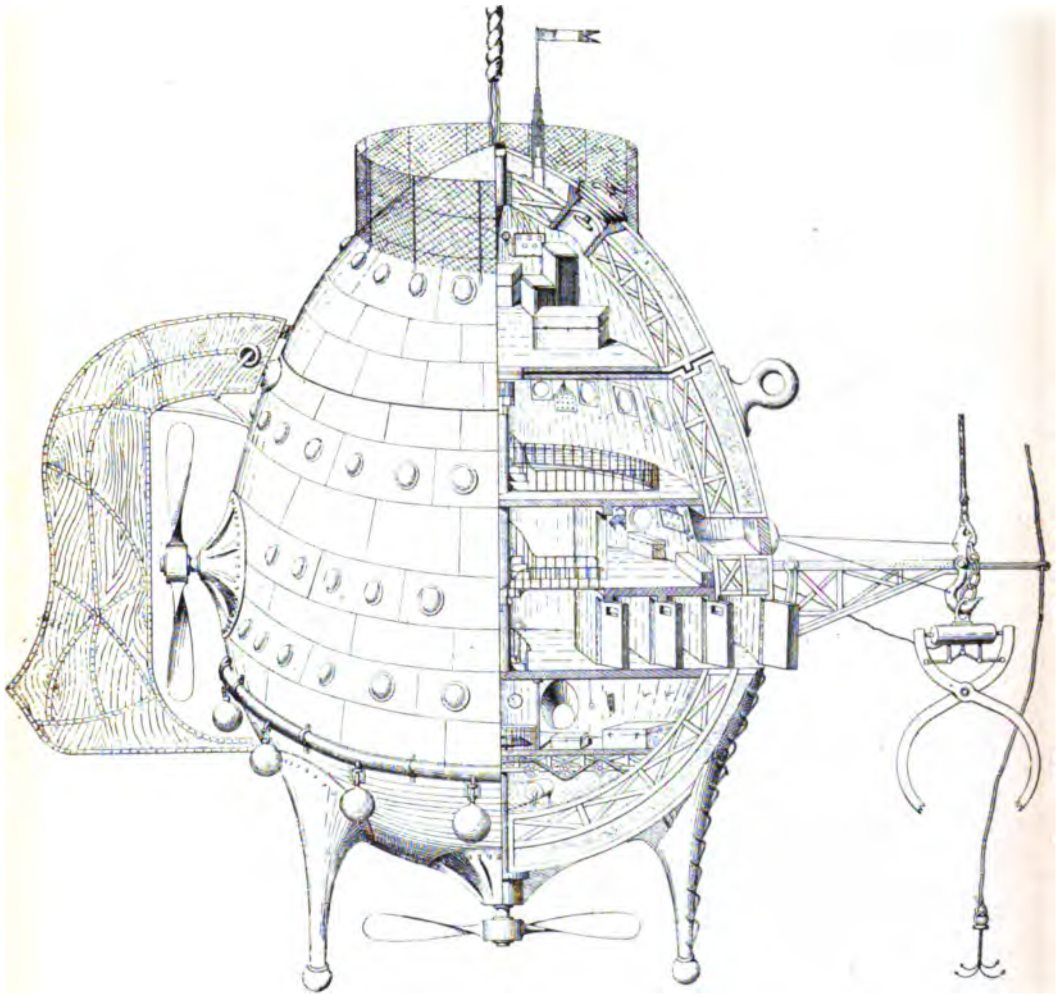


Fig. 303. — Profil et coupe de *l'Hydrophilos* à outillage. — Explorateur sous-marin indépendant.

« Ces deux parties qui, à un moment donné, peuvent se séparer, constituent, par leur réunion, *l'Hydrophilos* proprement dit. En cas de séparation, ni l'une ni l'autre de ces par-

ties submergées ne serait envahie par l'eau, quelle que pût être la pression du liquide.

« Les calculs ont été établis pour donner à l'appareil la résistance pratiquement nécessaire pour descendre avec sécurité à une profondeur de 2.000 mètres. Il faut pourtant noter ici que l'on ne serait exposé à subir cette pression que dans des conditions accidentelles si invraisemblables qu'il serait difficile de les définir pratiquement.

« En temps ordinaire et hors les cas d'accident prévus plus loin, les deux chambres communiquent librement entre elles par un trou d'homme toujours ouvert, aboutissant à un escalier.

« L'explorateur, dont le but est purement industriel et spéculatif, est toujours accompagné d'un navire, escorte et convoyeur pour le remorquer sur l'emplacement des explorations à effectuer. Ce navire, que nous désignons sous le nom de *Convoyeur*, est chargé de lui fournir la lumière, la force motrice, le lest de descente et d'embarquer à son bord les prises d'épaves de dimension convenable, ou de remorquer à grande vitesse, pour les laisser en lieu sûr, les épaves flottantes ou de trop grand volume pour être embarquées.

« Il est muni de puissantes machines électriques et à vapeur, d'un équipage aguerri par un entraînement spécial et préalable, pour la descente dans les grandes profondeurs.

« Le convoyeur transporte également tout l'outillage de rechange et de travail que l'explorateur peut être appelé à lui demander au cours de ses travaux.

« Cependant nous attirons particulièrement l'attention du lecteur sur ce fait, qu'il est important de noter : c'est que *l'Hydrophilos*, dans ses manœuvres sous-marines, est indépendant de ce navire ; il se meut horizontalement et peut modifier à son gré les directions qu'elles lui impriment par la combinaison de leurs différentes vitesses et par l'action de son gouvernail.

« Des pieds-supports, munis de filets protecteurs, s'opposent à l'ensablement des hélices ou à l'enchevêtrement des plantes flottantes qu'elles pourraient enrouler autour de leur axe.

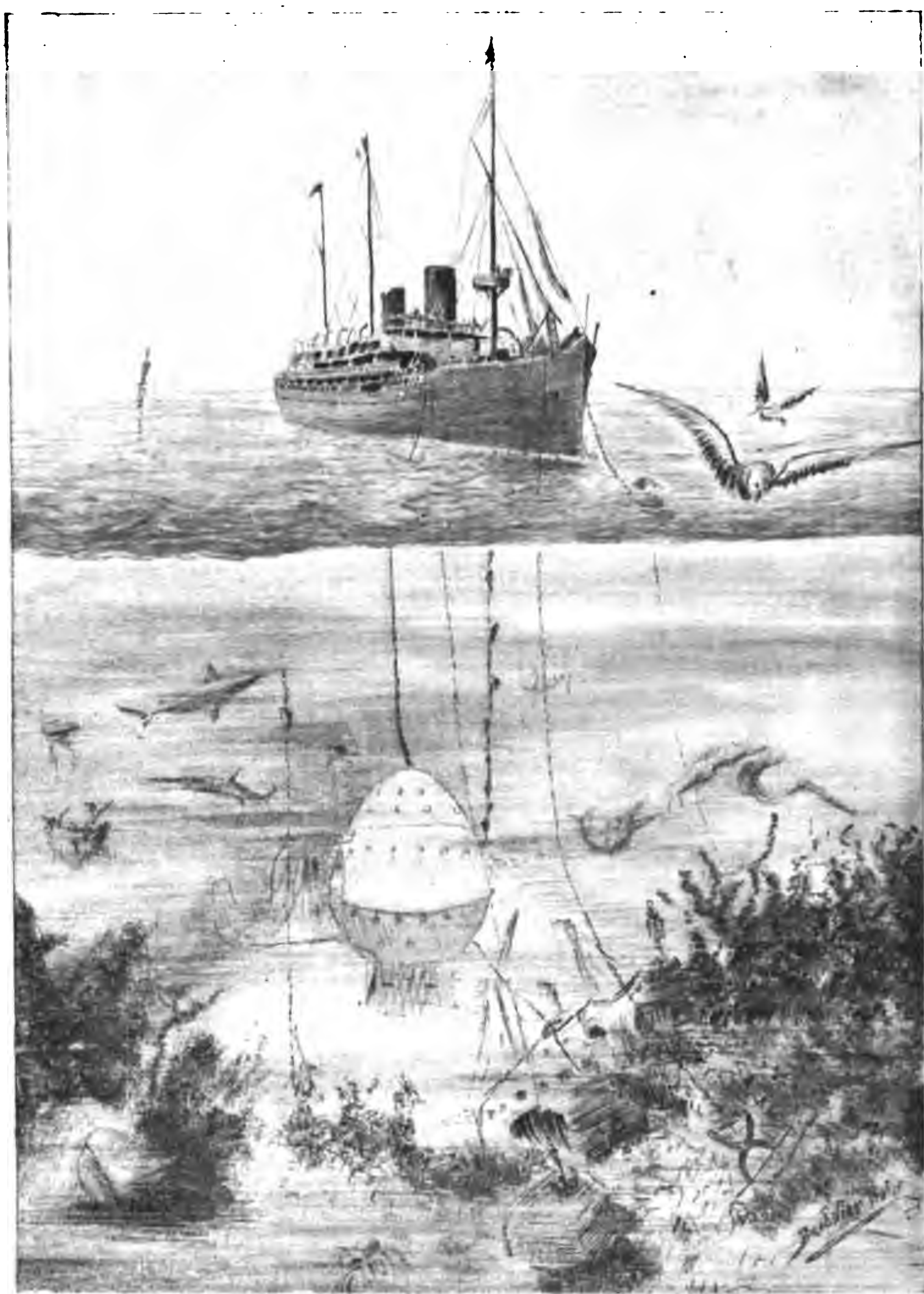


FIG. 28[illegible]. — *L'Hydrophilos*, explorateur, plongeur sous-marin, accompagné de son convoyeur, exploitant une épave.

L'Hydrophilos est muni, en outre, d'un certain nombre d'organes mus par la force hydraulique et destinés à faciliter son travail dans les fonds marins. La plupart des appareils sont caractérisés par ce fait qu'ils peuvent, à un moment donné, rendre indépendants l'explorateur, certains engins dont le but est de les mettre en relation avec l'épave à enlever, pour que la capture de la prise reste à la charge du convoyeur, dont l'explorateur n'est, à vrai dire, que le cerveau agissant. »

Hinsdale (1897)

Comme le bateau de M. Simon Lake, le sous-marin de M. R. Hinsdale est spécialement agencé pour la visite et les recherches d'épaves et de navires coulés en mer. Comme dans le submersible de ce type, l'immersion est obtenue au moyen d'un poids qu'on peut immerger à volonté et qui est relié au bateau par un câble; on peut donc, le poids étant mouillé au fond, en enroulant ou en déroulant le câble, sur un treuil *l*. maintenir le bateau à telle profondeur qu'on le désire.

La principale amélioration que l'inventeur revendique consiste dans l'addition au poids d'ancrage, de roues p^2, p^2, montées sur un chariot P; il en résulte que le bateau peut se maintenir en marche à une distance uniforme du fond; mû par son hélice D, il traîne son poids mobile d'immersion. Un tel dispositif rendrait l'exploration des fonds irréguliers, facile, et éviterait l'enchevêtrement des roues motrices dans la végétation sous-marine.

L'hélice est actionnée par un moteur à pétrole E, mais peut néanmoins être commandée par une dynamo électrique F, s'il est nécessaire. On met le moteur à pétrole en route, au moyen d'un réservoir de gaz comprimé E′; de plus, un moteur à pétrole auxiliaire K actionne la pompe à eau et une dynamo J′ qui fournit le courant aux différents moteurs électriques employés au travail des épaves. Un accumulateur permet de commander tous les appareils électriques en cas de nécessité.

Le réservoir d'échappement du moteur G communique avec

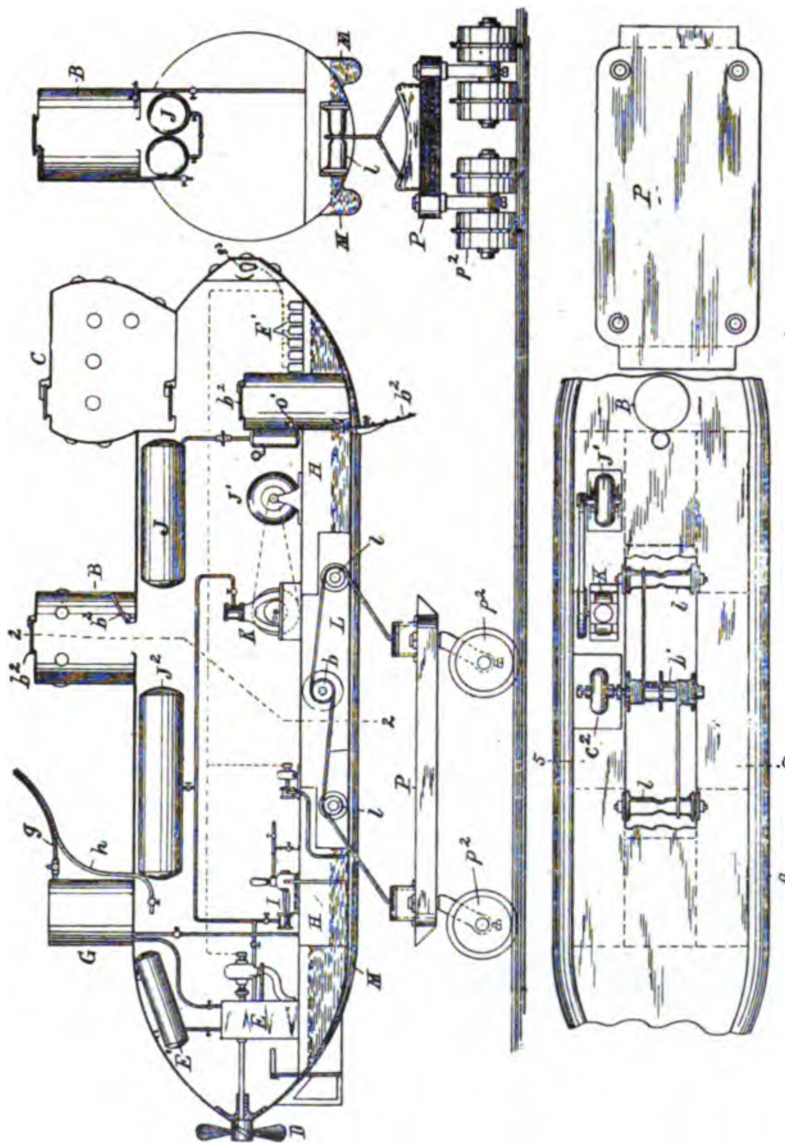


Fig. 305, 306, 307 et 308 (Hinsdale, 1897.)

l'air libre, par un tuyau flexible *g*, relié à une bouée flottante

g^2; l'air se renouvelle à mesure par le tuyau *h*, lié au flexible *g* (*fig.* 311).

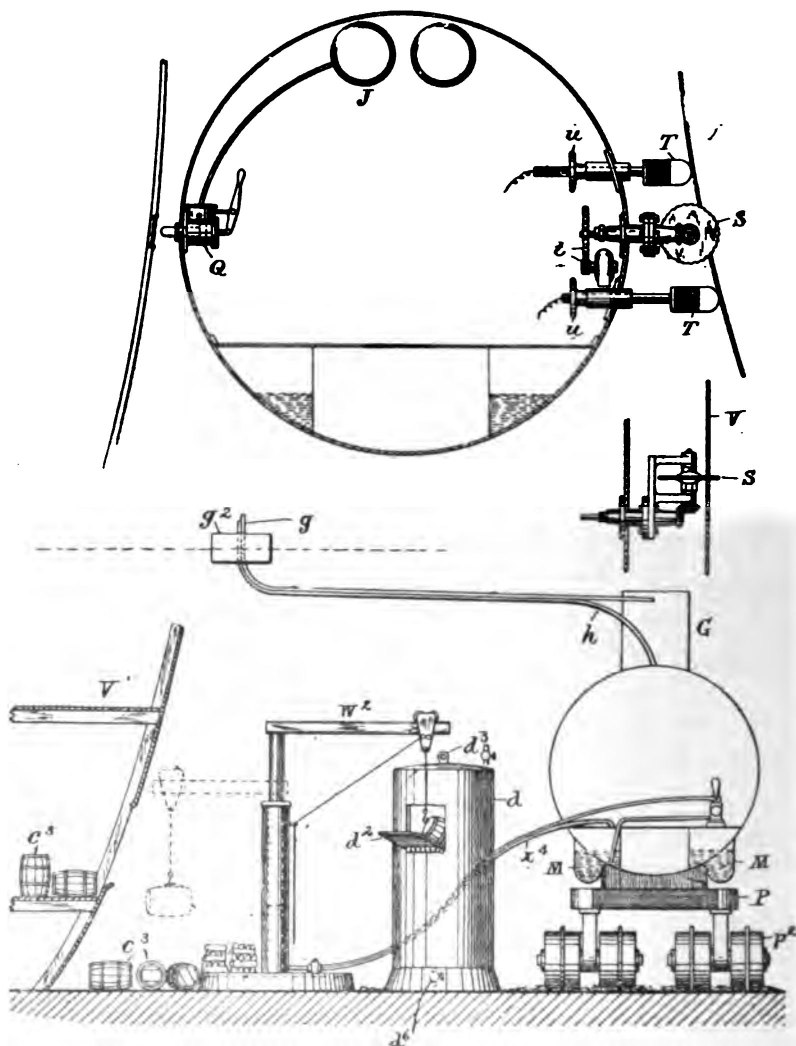


Fig. 309, 310 et 311 (Hinsdale, 1897).

Des réservoirs d'air comprimé J assurent le renouvellement d'air à l'équipage, lorsqu'il est impossible d'utiliser la prise extérieure; H, H représentent les réservoirs. *Water-ballast*.

dont l'eau est refoulée ou aspirée par la pompe I; L est une chambre ouverte dans laquelle se trouve le treuil *b*, à poulie de renvoi, actionnant le poids mobile P; le treuil est mû par un moteur électrique C^2 (*fig.* 307).

C′ est la chambre de timonerie, qui peut se transformer en écluse à air; B représente l'écluse à air supérieure de sortie des plongeurs; O′, celle inférieure; b^2, b^2, les panneaux de fermeture des écluses; F′, la batterie d'accumulateurs; M, M, deux fausses quilles, dans lesquelles s'emboîtent le chariot P, quand les cordes sont complètement enroulées.

Ce submersible est spécialement agencé pour l'exploration des épaves; la figure 309 montre les dispositifs employés dans ce but; *q* est un piston mû par l'air comprimé dans un cylindre Q et utilisé pour briser les hublots et passer ensuite des grappins dans les ouvertures; S est une scie circulaire commandée par un moteur électrique *t* pour pratiquer des ouvertures dans la carène d'un navire et accéder à la cargaison. Cette scie peut prendre toutes les inclinaisons et faire ainsi toutes formes d'ouvertures.

T, T, représentent un jeu d'électro-aimants, ajustables au moyen de volants écrous *u*, reliés à la batterie; ils attirent et fixent ainsi fortement le sous-marin à tout navire ayant une coque en fer V, ou une partie métallique accessible.

La figure 311 représente le submersible en travail devant une épave V′: on voit une ouverture qui a été pratiquée pour atteindre une cargaison de barils C^3; une grue hydraulique W^2, actionnée par la tuyauterie X^4, transporte les marchandises dans une cloche *d* munie d'une ouverture d'accès d^2. Cette cloche est fermée à la partie supérieure pour éviter que les objets légers ne surnagent. Une fois chargée, elle est hissée à bord d'un navire ordinaire par l'anneau d^3; on vide l'eau par le robinet d^6; S^3 représente un projecteur électrique.

Enfin ce sous-marin peut être muni de torpilles et de tube lance-torpilles.

Sous-marin espagnol (1898)

Les journaux de l'époque annoncent que le Gouvernement espagnol a engagé les services d'un sous-marin extraordinaire autant par sa forme que par les services qu'on en attend.

C'est une grande sphère d'acier, construite si solidement qu'elle peut résister aux pressions de l'eau de n'importe quelle profondeur. Son diamètre extérieur est de 9 pieds 9 pouces, et sa coque mesure 4 pouces d'épaisseur. Jaugeant 10 tonnes, elle contient suffisamment d'air pour la respiration de ses trois hommes d'équipage durant quarante-huit heures. Sa force motrice est fournie par des accumulateurs électriques qui lui assurent une vitesse de 4 à 5 nœuds. Une hélice énorme lui assure sa direction en profondeur, et des jets puissants de lumière électrique permettent au timonier de guider son bâtiment étrange à travers les obstacles de l'océan.

Les accumulateurs épuisés, le sous-marin peut servir quand même, éjectant ou prenant l'eau qui lui sert de lest à l'aide de deux autres navires, pour plonger, suivant le désir du capitaine, aux profondeurs les plus basses ou remonter à la surface. Toutes les fois qu'on le juge bon, le sous-marin est relié par un fil électrique avec un cuirassé, ce qui permet de guider la marche de ce dernier dans les endroits minés, le préservant ainsi de dangereux obstacles.

Sur le front du sous-marin sort un fort grappin ou « ciseau » destiné à briser les câbles fixes et les fils reliant la côte aux mines sous-marines, rendant donc absolument inutiles les travaux de défense des ports. Il peut aussi poser une torpille sous un vaisseau et, s'étant retiré à une distance suffisante, la faire exploser par une étincelle électrique sans courir lui-même aucun risque.

Le Morse (1898)

Bien avant que la construction du *Gustave-Zédé* fut terminée, M. Romazzotti établissait les plans d'un sous-marin de plus faible tonnage, *le Morse*, un type intermédiaire entre *le Gymnote*, déplaçant 30 tonneaux, et *le Zédé*, de 266 tonneaux.

Le Morse, dont la coque est en métal *Roma*, rappelle les formes principales du *Gustave-Zédé*, et déplace 140 tonneaux; ses dimensions principales sont les suivantes :

Longueur totale.	36 mètres
Diamètre.	$2^{m},75$

L'hélice est actionnée directement par un électromoteur de 360 chevaux tournant à 250 tours à la minute. Ce moteur, comme ceux du *Zédé*, est du type Thury à six pôles, à excitation séparée. Le courant principal est fourni par une batterie d'accumulateurs de la Société des Métaux (voir *fig*. 192 et 193), et l'excitation, par une batterie de 100 volts de même provenance.

Le Morse est muni des mêmes appareils de sécurité et de marche que ceux précédemment décrits dans *le Zédé:* pompes de compression système Thirion, tube de visée; appareil de direction, etc.; l'immersion est obtenue, comme dans *le Gymnote* et *le Zédé*, par introduction d'eau, et la plongée se fait au moyen d'un gouvernail horizontal actionné par un nouveau dispositif.

L'armement consiste en un tube lance-torpilles et trois torpilles de $0^{m},450$.

Sauf quelques modifications de détails, *le Morse* est donc absolument semblable au *Gymnote* et au *Zédé*, ses deux aînés. Cependant, sous le ministère Félix Faure, il fut question de le transformer de sous-marin complètement électrique en sous-marin autonome à grand rayon d'action.

En vue de cette modification, l'étude d'un moteur à pétrole de 360 chevaux fut demandée, d'accord avec M. Romazzotti, auteur des plans du *Morse*, à l'industrie privée; le premier

projet fut modifié; un second, remplissant toutes conditions d'encombrement et de poids, fut fourni; mais le génie maritime déclara que l'application de ce moteur à bord d'un sous-marin pourrait présenter quelques dangers et s'opposa, par suite, à son application. Le constructeur en fut pour ses frais d'étude.

Cependant l'application d'un moteur à pétrole à la navigation sous-marine n'était pas une idée nouvelle; des essais avaient déjà été tentés, notamment aux États-Unis, où M. Holland employa avec succès, en 1877, des moteurs de ce genre pour la propulsion de ses sous-marins.

M. Simon Lake a fait une démonstration des plus concluantes en faveur de ce système, durant une croisière d'environ deux mois, parcourant, tant à la surface que par des fonds de 15 mètres, plus de 1.200 milles à bord de *l'Argonaute*, actionné par un moteur à pétrole; meilleure preuve que l'emploi de ces moteurs ne présente aucun danger.

Dans la voie des sous-marins autonomes, les Américains, comme en bien des choses, viennent encore de nous devancer; le terrain perdu sera difficile à regagner, car les ingénieurs et inventeurs américains trouvent plus facilement que nous, auprès de leurs compatriotes, les encouragements et les capitaux nécessaires au développement de leurs idées.

Il est regrettable qu'en France nous ayons, depuis plus de dix ans, systématiquement repoussé les nombreux projets et écarté le concours désintéressé de bien des inventeurs qui avaient, les premiers, signalé les avantages multiples que pourraient retirer la navigation sous-marine de l'emploi des moteurs à hydrocarbures.

A la suite des insuccès du *Zédé* et des tergiversations des bureaux, les études du *Morse* restèrent en suspens pendant près de six ans. L'ordre de mise en chantier fut seulement donné après le concours ouvert au Ministère en 1897; il a été construit sur une des cales de l'arsenal de Cherbourg, et le lancement eut lieu le 5 juillet dernier.

Les premiers essais ayant démontré l'étanchéité de sa coque, l'on procéda ensuite à l'installation des accumulateurs, des

Le Morse

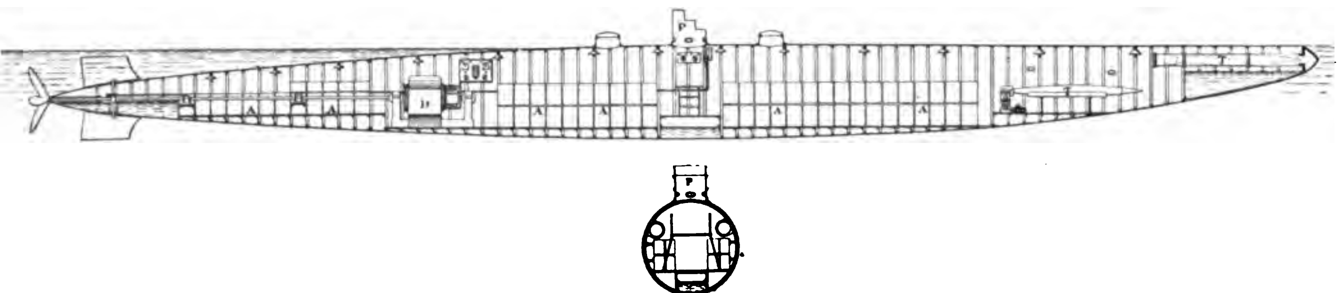


Fig. 312 et 313. — La figure 312 est une coupe verticale longitudinale, la figure 313 est une coupe verticale transversale.

Légende. — Longueur 35 mètres; diamètre 2m,75; déplacement 140 tonneaux; coque cylindroconique en métal Roma; propulsion par un moteur électrique de 360 chevaux; immersion par introduction d'eau et plongée par gouvernail horizontal. — A, A, A, accumulateurs; C, caisse à eau; D, électromoteur; E, tableau de distribution; G, gouvernail; H, roue du gouvernail; I, compression d'air: J, chantier de la torpille; P, porte du commandant; T, tube lance-torpilles; T', torpille de 0m,450 sur un chantier.

moteurs et des divers appareils accessoires; le montage fut complètement terminé en septembre; les essais de navigabilité, de stabilité ont commencé en octobre dernier.

Le prix de revient est de 648.000 francs.

L'équipage comprend un officier et huit hommes.

Son rayon d'action est de 120 milles.

Sous-marin *Charles-Beresfort* anglais (1899)

La presse anglaise a signalé, il y a quelque temps, qu'un inventeur, ancien ingénieur de la Marine royale, a essayé un nouveau modèle de sous-marin dans un établissement de bains (?) de Buckingham Palace Road. Cet inventeur est un certain William Atkinson. Il dit merveille de son invention.

A un rédacteur du *Star*, il a affirmé que son sous-marin était bien supérieur au *Goubet*, qu'il pouvait plonger tout droit et si profondément qu'aucun projecteur ne pourrait le découvrir. Il passe en dessous des cuirassés et lance des torpilles de bas en haut, perpendiculairement.

Le nom qui lui est destiné est *Charles-Beresford*, pour rendre hommage à l'amiral de ce nom, dont il est un fervent admirateur.

Seulement ce beau projet n'est encore qu'à l'état de calculs et de probabilités au moyen de modèles très réduits. L'inventeur attend des fonds, qui ne pourront manquer d'affluer dès que son invention sera connue.

Nicolas-Tesla (1899)

Nous trouvons, dans un journal hollandais, la description sommaire d'un bateau sous-marin de M. Tesla.

Le point nouveau et vraiment original qui caractérise ce bateau, c'est sa direction, qui est obtenue par l'atmosphère, au moyen d'un appareil placé à terre sur la côte.

Le gouvernail est sous la dépendance d'un électromoteur F, qui manœuvre le gouvernail dans le sens voulu par une vis

sans fin, engrenant dans une roue calée sur la mèche du gouvernail (*fig.* 315).

L'électromoteur F tourne dans les deux sens, suivant que le courant qui arrive au récepteur fixé au haut du mât B alimente la magnéto K, ou la magnéto K'.

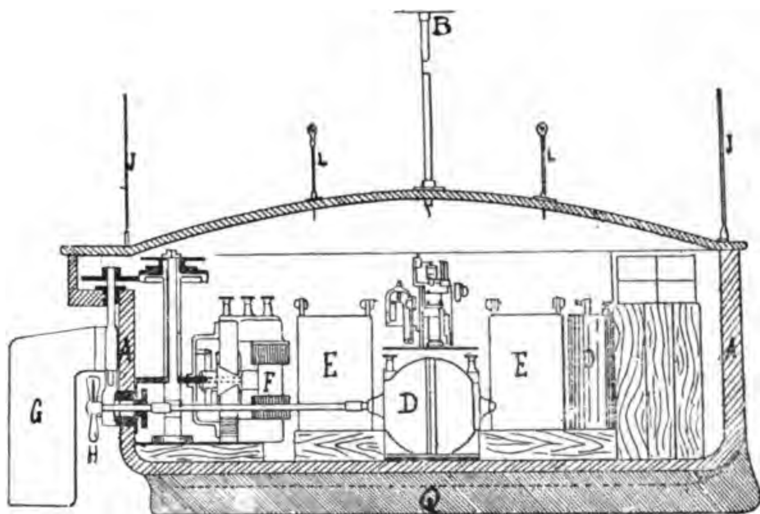


FIG. 314. — *Nicolas-Tesla* (1899).

LÉGENDE. — A, coque; B, mât portant le récepteur; D, électromoteur actionnant l'hélice; E, E, accumulateurs; F, électromoteur manœuvrant le gouvernail; G, gouvernail; H, hélice; J, mires; K,K', magnétos; L,L, lampes; N, roue du gouvernail; O,O', petits accumulateurs; T, boîte servant à donner la direction.

L'appareil placé à terre se compose d'une boîte T et d'un mât S. La direction du sous-marin se modifie en tournant un guidon placé sur la boîte T (*fig.* 316); lorsque l'on présente le guidon sur *t*, *t'*, le bateau se porte à droite de son cours; lorsque le guidon est amené sur *u* et *u'*, le bateau se porte sur sa gauche. Il décrit ainsi des courbes de courte durée.

Le courant partant par S est repris par le récepteur B, puis conduit aux deux magnétos K ou K', afin de donner au bateau la direction que l'on désire.

Ce bateau sous-marin est formé d'une coque A, en bois très épais, portant à sa partie inférieure une forte quille en métal

servant de lest. La propulsion est donnée par l'hélice H, actionnée par l'électromoteur D, alimenté par les accumulateurs E, E. La direction est indiquée par les petits mâts J, J, éclairés pendant la nuit par les lampes L, L.

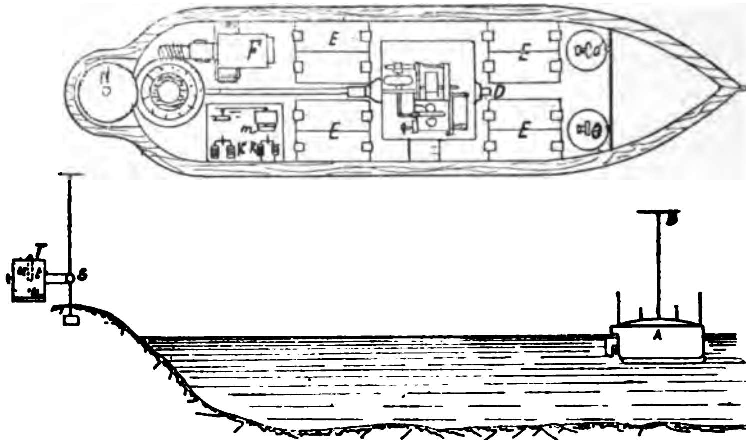


FIG. 315 et 316.

La nécessité de laisser émerger le récepteur B et de l'éclairer pendant la nuit est un grave inconvénient, car il indique à l'ennemi la présence du sous-marin; néanmoins ce bateau contient une indication qui a son importance.

Sous-marin espagnol (1899)

On a procédé, à Cadix, aux essais d'un nouveau bateau sous-marin.

Sa stabilité serait parfaite; il n'exigerait ni charbon, ni électricité; il marche par un mécanisme d'horlogerie et pourrait être manœuvré par deux hommes.

L'inventeur est un habitant de Cadix, qui doit offrir son invention au Gouvernement, si ce dernier le juge utile.

Si la trouvaille est réellement bonne, jamais découverte ne sera arrivée plus à son heure. Seulement, pour qu'elle serve à

quelque chose, il faut que, d'ores et déjà, elle soit absolument à point, ce qui est peu probable.

Sous-marin anglais (1899)

L'inventeur l'affecte plus particulièrement à la pose des mines sous-marines, au mouillage des torpilles, quoique rien ne s'oppose à ce qu'il exécute tout genre d'opérations sous-marines.

Le corps du bâtiment comporte deux compartiments étanches distincts.

L'espace intérieur N est dévolu à l'équipage et à l'installation de la machinerie et appareils auxiliaires. Dans l'autre compartiment BB sont placés les accumulateurs d'air comprimé LL; les batteries d'accumulateurs électriques alimentant l'électromoteur E sont arrimés dans la cale. L'induit de celui-ci attaque directement l'arbre de l'hélice; sa vitesse est réglée au moyen du rhéostat W.

La profondeur d'immersion est indiquée par des manomètres situés à l'avant de l'embarcation, qui accusent la hauteur de la colonne d'eau extérieure. Un instrument semblable fait connaître la pression dans les réservoirs d'air comprimé.

Les opérations d'immersion et d'ascension dans l'eau se comprennent sans peine.

Lorsque l'espace libre B est rempli d'air à la pression ordinaire, le bateau flotte à la surface de la mer, et le trou d'homme, qui s'ouvre à la partie supérieure, émerge. Pour l'immersion, l'eau est admise dans les espaces BB au moyen du tiroir *b*, l'air est éliminé. L'ascension est réglée par l'introduction dans ce même compartiment de l'air provenant des réservoirs d'air où il est comprimé à la pression de 100 atmosphères; l'air refoule l'eau et allège le bateau. La conséquence directe de cette réduction de poids se traduit par son mouvement ascensionnel dans le liquide. La rapidité de ces opérations est réglée par une valve manœuvrée par le volant R.

Tout ce qui est nécessaire à un plongeur est contenu dans le

bateau; il lui est donc possible d'exécuter un travail dans le sein de la masse aqueuse. Sous l'eau, il peut quitter son embar-

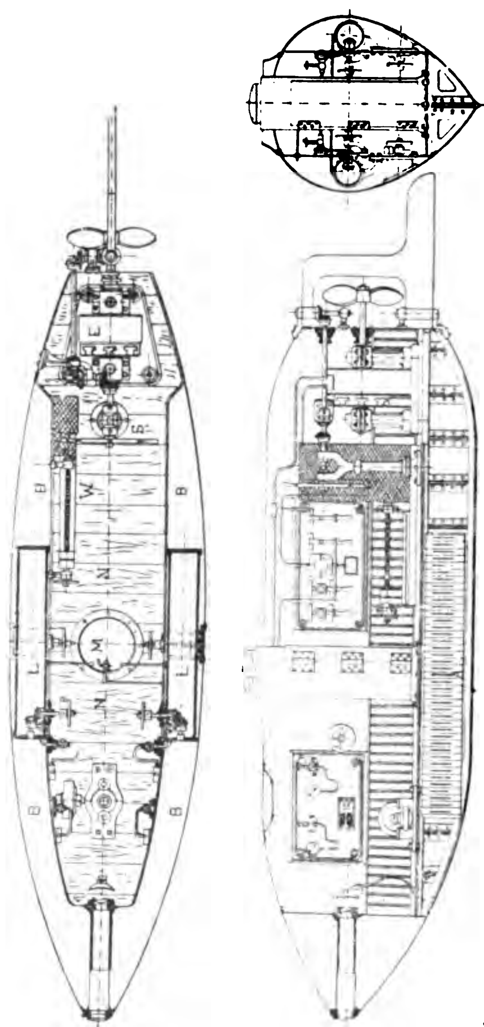


Fig. 317, 318 et 319. — Coupes horizontale, verticale et transversale d'un bateau sous-marin anglais, 1899.
(Cliché communiqué par *la Vie Scientifique.*)

cation, en pénétrant dans le cylindre M, fermant la porte à glissière qui communique avec l'intérieur du bateau, chassant l'air de l'espace M par admission d'eau, et enfin sortir par le trou d'homme. L'entrée est accomplie d'une façon similaire.

Un second petit moteur électrique actionne un compresseur d'air qui le refoule dans les accumulateurs L, L.

L'éclairage électrique est assuré par les batteries. La proue porte un tube optique muni d'un jeu de lentilles, à travers lesquelles passe le faisceau lumineux émanant d'une lampe à incandescence associée à un réflecteur.

Sous-marin allemand (1899)

Ce bâtiment submersible, inventé par un lieutenant de la Marine allemande, a été construit dans les chantiers Howald, à Kiel. Il a la forme d'une torpille automobile et mesure 15 mètres de longueur; sa plus grande largeur est de 2 mètres. A la partie inférieure de la coque se trouve une sorte de caisson destiné à recevoir de l'air comprimé ou de l'eau, suivant que l'on veut obtenir la montée ou la descente du bateau. Dans le premier essai de trois heures, le bateau s'est tenu presque constamment à 2 mètres au-dessous de la surface de l'eau. La direction est obtenue au moyen de deux gouvernails horizontaux et d'un gouvernail vertical. Le moteur est électrique. L'armement se compose d'une torpille dont l'appareil de lancement est placé à l'avant.

Ce sous-marin a été construit pour le compte et aux frais d'une Société particulière, sur les plans d'un officier torpilleur.

Dans les derniers essais faits dans la baie de Kiel, il a pu évoluer sous l'eau pendant trois heures, et a, paraît-il, donné toute satisfaction aux membres de la Commission.

Bateaux sous-marins de M. Holland

C'est en 1875 que M. Holland, de Paterson (New-Jersey) présenta son premier bateau sous-marin.

Ce bateau ou, pour mieux dire, cette petite périssoire submersible ne pouvait contenir qu'un seul homme à bord. Ce dernier faisait fonctionner l'appareil avec ses deux pieds, à la façon de ceux d'un bicycliste (*fig.* 320 et 321).

Nous ne nous attacherons pas à décrire complètement cet appareil rudimentaire, qui a été la genèse des nombreuses études et expériences des sous-marins de M. Holland.

Nous décrirons d'abord très sommairement les quatre types primitifs construits sous la direction de M. Holland et au moyen desquels il effectua des essais qui l'ont conduit à son modèle définitif si remarquable.

Le type n° 2 fut construit, en 1877, par les soins de l'Albany

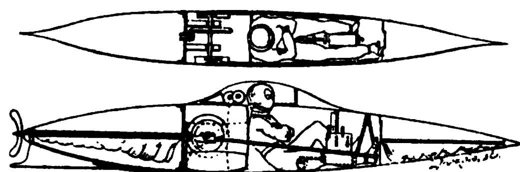


FIG. 320 et 321. — *Holland n° 1* (américain, 1875).
Longueur, 5 mètres; largeur, 0m,50; hauteur, 0m,60; propulsion par pédalier et hélice; immersion par introduction d'eau.

City Iron Works, de New-York. Ce bateau avait 4m,40 de longueur, 1m,10 de largeur et 1m,15 de creux.

Il était formé de deux enveloppes, l'une intérieure, cylindrique, laissant entre elle et l'enveloppe extérieure, de section oblongue, des réservoirs où l'on pouvait introduire de l'eau qui provoquait la submersion au moment voulu.

Le moteur était une machine à pétrole de 4 chevaux actionnant une hélice à l'arrière. Le bateau était muni d'un gouvernail vertical de direction et d'un gouvernail horizontal d'immersion, analogues à ceux des torpilles automobiles.

L'étude expérimentale de ce premier modèle dura neuf mois. On reconnut bien vite que le moteur à pétrole ne pouvait se comporter de façon convenable et, de plus, ne parviendrait jamais à communiquer une vitesse satisfaisante. Le point qui fut établi fut celui de la facilité pratique de la submersion et du maintien du navire entre deux eaux.

On reconnut, en outre, que les gouvernails horizontaux étaient

sans action, quand on les plaçait sur le côté, mais agissaient activement placés à l'arrière.

Après avoir montré de façon péremptoire la possibilité de gouverner entre deux eaux et à une profondeur quelconque, M. Holland retira les machines de son bateau et le coula à fond sous le Fall's Bridge, à Patterson, dans la rivière Passavie. Il s'y trouve encore à l'heure actuelle.

Le type n° 3 fut mis en construction en 1879, aux ateliers « Delamater Iron, — New-York City ». Il fut achevé et remis à son inventeur en avril 1881.

M. Holland entreprit aussitôt, avec ce nouveau modèle, une série d'expériences qui se continua jusqu'en octobre de la même année.

Le bateau Holland, type 3, avait $9^m,50$ de longueur et $1^m,80$ de diamètre à la partie la plus large.

Son déplacement était de 19 tonnes; et il était pourvu d'un moteur à pétrole, système Brayton, d'une force de 15 chevaux.

Sans autre équipage que lui-même et un mécanicien, il fit une longue croisière, sillonnant en tous sens l'estuaire de la rivière du Nord, en ayant soin de naviguer souvent au-dessous de la surface.

Pour montrer avec quelle rare perfection il était parvenu à équilibrer les pressions. M. Holland rapporte l'anecdote suivante : Le bateau étant submergé et reposant sur un lit de gravier au fond d'une crique, le mécanicien ouvrit un trou d'homme placé au fond ; par ce trou il sortit et marcha sur le gravier sans habit de plongeur ; il souleva légèrement le bateau avec ses mains, puis il y rentra et referma le trou d'homme, tout comme à l'air libre.

En utilisant le canon sous-marin de $3^m,50$, de long et $0^m,23$ de diamètre dont ce navire était armé, il parvint à faire décrire au projectile une trajectoire que l'on doit considérer comme absolument rectiligne, sur une longueur de 40 mètres.

La charge du canon avec laquelle fut lancé le projectile sous-marin employé se composait d'air comprimé à une pression de 200 livres.

Il essaya ensuite des charges plus fortes et poussa la compression jusqu'à 495 livres.

Les grandes variations de pression semblent influer fort sur la portée.

La charge type à laquelle il s'arrêta fut celle qui correspond à une pression de 250 livres.

Le projectile, de forme et de nature spéciales, fut construit, en même temps que le bateau, aux ateliers « Delamater Iron ».

Le canon pneumatique, le seul que l'on connût alors, était constitué d'un tube d'acier fondu. Il faut croire, d'ailleurs, que ce fut là le véritable point de départ des études faites sur les canons à air comprimé, qui ont conduit récemment à établir les canons à dynamite du *Vésivius* et qui furent déterminés et construits par la « Dynamit pneumatic gren Company ».

Les expériences terminées à la satisfaction de l'inventeur, le bateau fut conduit au mouillage et ancré dans la rade de New-Haven, dans le Connecticut. Il s'y trouve encore, d'ailleurs, pourvu aussi de sa machine motrice; mais on lui a retiré son compresseur d'air, en 1896, pour faire marcher une forge.

Le type n° 4 fut confié, pour la construction, aux ateliers et forges « Gammon's Cooper », Jersey City, New-Jersey, qui se surpassèrent cette fois, pour construire une véritable merveille de travail. Ce fut dans ce modèle que fut employé pour la première fois le dispositif qui permet de gouverner entre deux eaux dans le plan horizontal.

Le projet de M. Holland était de faire construire un moteur à poudre destiné à permettre la mise en mouvement après la submersion ; mais un accident vint empêcher la réalisation de ce projet.

La tourelle ayant été ouverte pendant que le bateau flottait à la surface, les mécaniciens oublièrent de la fermer hermétiquement au moment de la submersion, de telle sorte que l'eau put pénétrer dans le bateau, qui ne tarda pas à couler, alors que fort peu d'expériences avaient été faites avec lui.

Ce modèle de sous-marin mesurait 16 pieds 4 pouces de

longueur; il avait 28 pouces de diamètre en son milieu et déplaçait une tonne d'eau.

Le type n° 5, connu sous le nom de *Bateau Zalinsky*, fut construit à Fort Lafayette. C'était un bateau en bois, charpenté en fer. Il mesurait 12 mètres de longueur sur 2^m,60 de diamètre au point le plus large, et il devait être armé en guerre de gros canons pneumatiques à dynamite du système Zalinsky.

Malheureusement un vice de construction lui fit manquer d'équilibre au lancement; sa cale s'effondra sous le poids de la carène et, tombé sur des rochers, le bateau reçut des avaries très graves.

On le radouba, cependant, dans la mesure du possible et assez pour pouvoir faire plusieurs séries d'expériences dans les docks où il fut souvent immergé, dans le but surtout d'établir, de façon précise, des bases qui servirent à déterminer l'emploi du lest d'eau.

Ces études terminées, la carène fut démolie.

Le principe fondamental et essentiel qui a toujours guidé M. Holland, dans l'étude de tous ses modèles, est le suivant :

Obtenir l'immersion du bateau en le faisant plonger obliquement par gouvernail et non en le faisant sombrer partiellement ou remonter à la surface, par l'introduction ou l'expulsion d'une certaine quantité d'eau, comme on avait presque toujours fait jusqu'alors; ou bien encore, en l'attirant mécaniquement dans l'eau au moyen d'hélices agissant de haut en bas, ainsi que quelques constructeurs avaient voulu le tenter.

Voici quels sont les principaux résultats définitivement acquis et dûment constatés au cours des expériences :

Un bateau sous-marin doit posséder un centre de gravité fixe, et c'est l'existence du centre de gravité mobile qui avait été jusque-là la principale cause d'insuccès.

Durant tout le temps que dure une course entre deux eaux, le poids du bâtiment ne doit pas varier et, si quelque cause essentielle ou accidentelle intervient pour déranger l'assiette, il faut aussitôt faire intervenir un régulateur automatique chargé

d'assurer le remplacement en poids des déperditions et de compenser par une perte de lest les augmentations accidentelles.

Si cette condition n'était pas remplie, il se pourrait que le bateau se trouvât dans l'impossibilité de plonger à sa volonté ou, au contraire, plongeât trop profondément jusqu'aux limites où sa carène risquerait d'être endommagée par la pression des eaux ambiantes.

Il faut enfin tenir compte de ce que le bateau sera d'autant meilleur et plus près du but qu'on se propose de lui faire remplir, qu'il sera plus petit, s'il conserve toutefois une puissance offensive suffisante.

Le bateau doit être docile et obéir très vite à l'action des gouvernails, surtout des gouvernails horizontaux, afin qu'il puisse plonger et revenir en place avec la plus grande rapidité.

Remarquons, pour finir, que, hors le cas où il plonge et se relève, ce qui est un cas assez rare et constitue un mouvement brusque, le bateau Holland se tient toujours dans un plan horizontal et que ses mouvements sont simples et faciles à déterminer exactement.

La question de la navigation sous-marine prit vite aux Etats-Unis une importance considérable.

De nombreux officiers s'y intéressèrent, et le Ministère de la Marine, qui avait déjà montré de l'intérêt pour les essais tentés antérieurement, stimula les zèles latents au moyen de notes périodiques, qui ne cessèrent de piquer la curiosité et l'amour-propre, et par des publications qui durèrent du 26 novembre 1887 au 1er mai 1893.

Il acquit ainsi une superbe collection de projets dont quelques-uns fournirent de bonnes idées; et un contrat fut enfin passé entre le Gouvernement américain et la Société Holland, qui se constitua régulièrement en 1895.

Il nous reste à voir maintenant quel est le type définitivement adopté et comment on a profité des avantages divers de chacun des modèles étudiés.

Bateau sous-marin, système Holland, dit *Le Plongeur*

Le bateau que construit actuellement la « Holland Company », pour le compte du Gouvernement des Etats-Unis, est d'un type tout spécial, que le Ministre de la Marine a lui-même appelé *le Plongeur*. Il fut lancé le 7 août 1897 dans les chantiers même du souscripteur concessionnaire de l'entreprise, à Baltimore.

Ce modèle, qui semble devoir être définitif est le sixième créé et dessiné par M. Holland. Il mesure 25^{m},50 de longueur, et sa section circulaire a 3^{m},50 de diamètre au bau.

Le déplacement à la surface est de 140 tonnes. Le bateau submergé déplace 165 tonnes avec une réserve d'un quart de tonne environ comme poussée.

La vitesse absolument garantie est de 15 nœuds à la surface et de 14 nœuds entre deux eaux, à une profondeur de 1 pied seulement, ce qui laisse la tourelle à l'air libre. Cette vitesse peut se maintenir douze heures au moyen des machines à vapeur. Dans le cas de submersion complète, on produit l'impulsion au moyen du moteur électrique qui fournit une vitesse de 8 nœuds pendant six heures.

Le bateau est surmonté en son milieu d'une tourelle munie d'une cuirasse de 4 pouces et d'une superstructure qui permet l'accès d'une sorte d'écoutille utilisé par l'équipage quand la mer est belle.

En plus du gouvernail d'immersion, M. Holland a ajouté ici — bien que leur utilité ne fût pas absolue — deux hélices tirant à fond.

L'avant est percé de deux ouvertures pour le passage des tubes lance-torpilles.

Le bateau est muni de deux gouvernails à main pour la direction horizontale et pour l'immersion; il possède en plus un régulateur d'immersion automatique qui permet de maintenir à volonté le bateau à une profondeur déterminée.

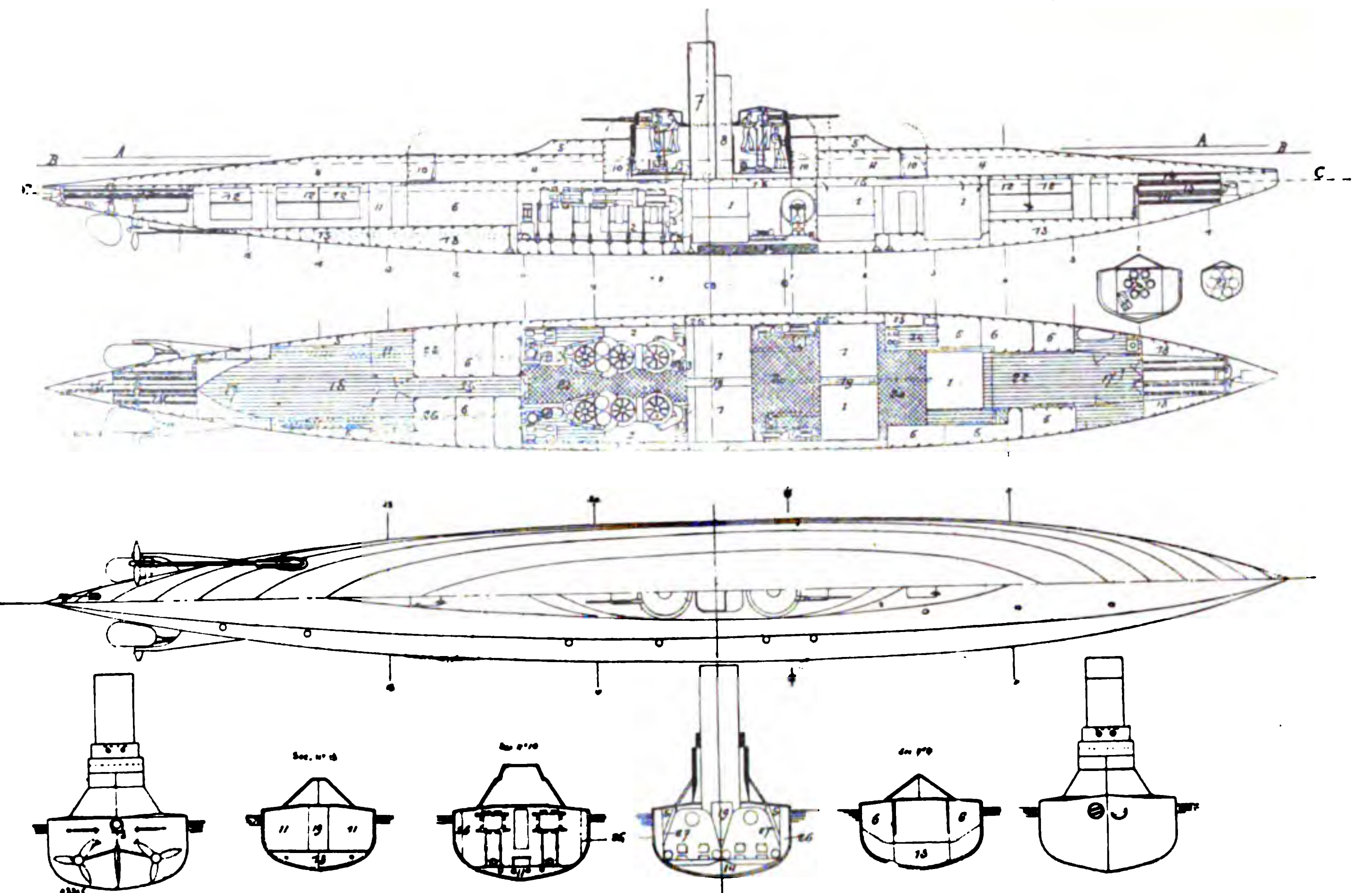


FIG. 322 à 332. — Sous-marin *le Plongeur*.

LÉGENDE. — A, ligne de submersion; B, ligne de flottaison en grande charge; C, ligne de flottaison en petite charge; 1, générateur de vapeur; 2, condensateur; 3, machines dynamo-électriques; 4, légères superstructures vides, qui se remplissent d'eau pendant la submersion; 5, enveloppes en fibres végétales; 6, soutes à charbon, magasin d'huile; 7, cheminée; 8, chambre à air; 9, cuirasses de 9 pouces d'épaisseur; 10, capots; 11, salles communes; 12, magasins des approvisionnements de bouche; 13, lest formé d'eau; 14, cases pour torpilles; 16, conduite de fumée; 17, chambre de réserve des torpilles; 18, cabines arrière; 19, couloirs de communication; 20, salle de chargement des générateurs; 21, salle des machines; 22, cabines avant; 23, salle à manger; 24, cambuse; 25, réservoir pour la condensation d'eau.

Une chambre claire a été ménagée dans le bâtiment. Tel qu'il a été construit, le bateau est assez résistant pour immerger à 25 mètres. Enfin les compartiments étanches, ménagés en grand nombre, servent les uns de réservoirs d'eau, les autres de réservoir d'huile pour la chauffe; l'on compense par adduction graduelle d'eau de mer, la perte de poids subie pendant la marche.

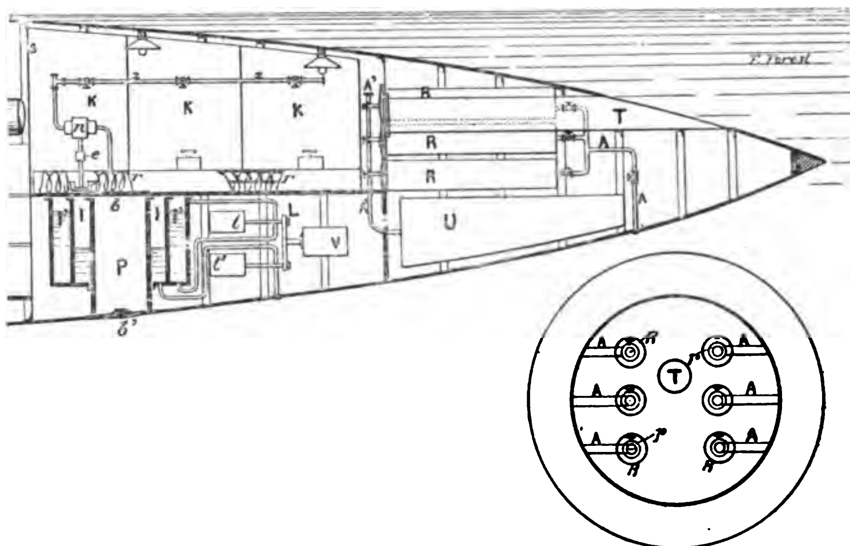


Fig. 333 et 334. — Avant du Plongeur *Holland*, vues de l'appareil militaire et de l'appareil compensateur.

La compensation du poids d'huile brûlée est d'ailleurs automatique (*fig*. 333).

Les gouvernails sont au nombre de quatre : deux gouvernails verticaux pour la direction dans le plan horizontal ; deux gouvernails horizontaux pour l'immersion et son réglage.

Chacun de ces deux systèmes est d'ailleurs muni d'un dispositif qui permet la manœuvre automatique.

Quand on veut marcher à fleur d'eau, on emploie la vapeur produite par le pétrole, tandis que, entre deux eaux, on utilise l'électricité emmagasinée dans des batteries.

La chaudière tubulaire, système Mosher, a une surface de chauffe de 270 mètres carrés ; elle se chauffe par la combustion de pétrole, et la dépense de celui-ci est de 900 kilogrammes par heure.

Les machines à vapeur sont au nombre de deux, du type vertical et à triple expansion; elles ont une force de 600 chevaux chacune. Une machine auxiliaire de 300 chevaux est adjointe pour les cas où l'on voudrait un instant forcer davantage ou bien parer à un accident survenu à une des machines principales.

La machinerie électrique, destinée à la propulsion entre deux eaux, comprend un moteur principal de 200 chevaux qui agit soit par un arbre latéral, soit par un arbre central. Ce moteur est aussi employé comme dynamo pour charger les batteries.

Les hélices de tirage au fond et de différents menus services sont actionnées par de petits moteurs auxiliaires.

L'air nécessaire est emmagasiné dans des réservoirs sous pression.

Au moment de l'immersion, il faut avoir soin de boucher la cheminée et les conduits de prise d'air. Des dispositions spéciales permettent, du reste, de faire ces opérations simultanément et avec une grande rapidité.

Quant aux adductions ou expulsions d'eau, elles sont produites et dirigées très simplement par des valves Kingston à air comprimé.

Le système de combustion de l'huile employée à bord de ce sous-marin est le même que celui que viennent d'adopter les Etats-Unis pour leur torpilleur *Stilletto* et quelques autres tout dernièrement achevés.

Ce système offre l'avantage de ne donner aucun dépôt de charbon dans les brûleurs et de ne produire aucune pertubation lorsqu'on assure une combustion assez complète de l'huile.

Le plongeur est poussé en avant par trois propulseurs absolument indépendants des hélices de tirage au fond.

Durant même que *le Plongeur* était en cours de construction, de nouveaux détails y furent introduits qui, modifiant

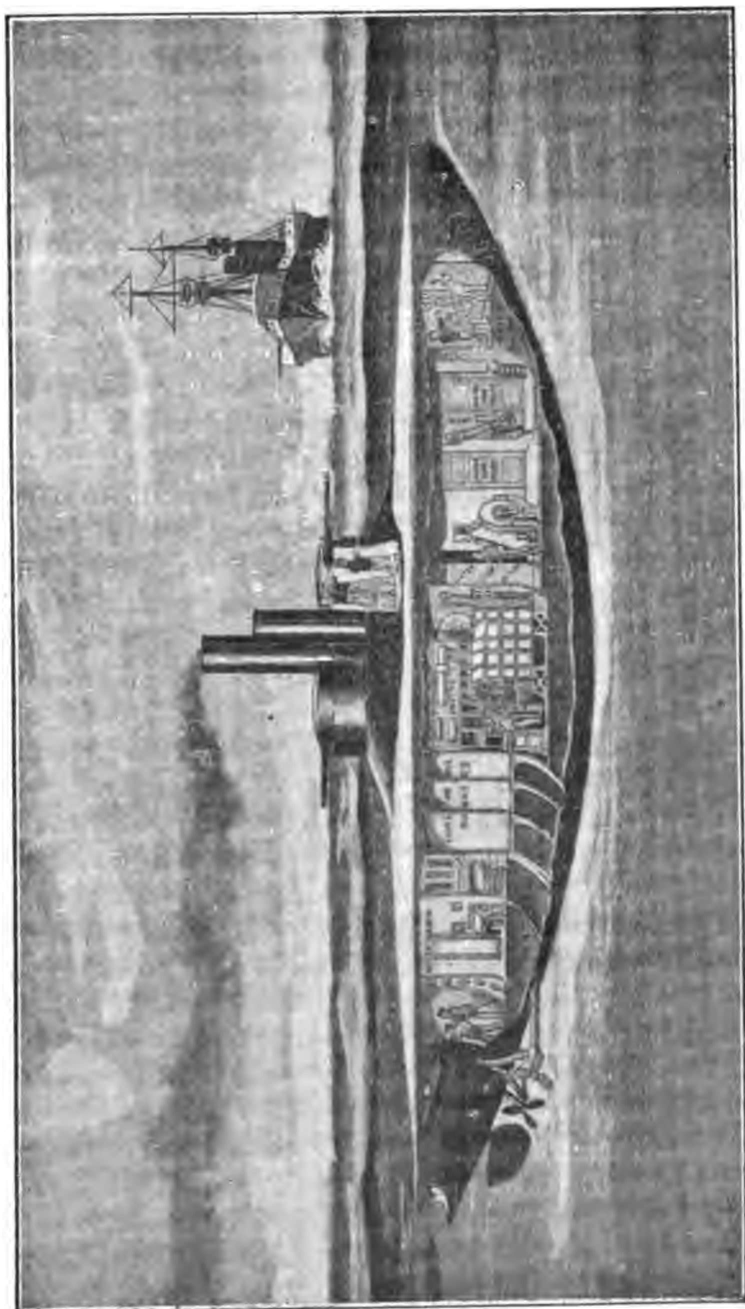


Fig. 335. — *Le Plongeur* à fleur d'eau.

légèrement le plan primitif, retardèrent la livraison au Ministère de la Marine à l'arsenal de Baltimore.

La Compagnie des torpilleurs Holland décida alors de construire un nouveau modèle de bateau sous-marin d'après les mêmes principes, mais dans lequel on introduirait, pour en faire l'essai, toutes les modifications commandées par les plus récentes observations et études de M. Holland et de ses collaborateurs.

Le type n° 7 le *Holland* fut construit à l'arsenal de Crescent Elisabeth Ports (New-Jersey), sous la direction de M. Lewis, membre de la Compagnie des torpilleurs Holland.

La forme de ce bateau sous-marin est absolument celle d'un poisson; il ressemble pour ainsi dire à un marsouin dont la queue serait remplacée par des gouvernails et des hélices.

Il mesure $15^{m},60$ de longueur et a un diamètre de $3^{m},10$ au bau (*fig.* 336).

Quand il flotte à la surface, il déplace 64 tonnes; si on le submerge à fleur d'eau avec la tourelle hors de l'eau, le déplacement est de $74^{T},2$.

Enfin, en immersion complète, il déplace $74^{T},4$ avec une réserve de 1/5 de tonne pour la poussée.

On n'envisagea nullement, dans la construction de ce bateau, une vitesse considérable; on régla seulement celle-ci de façon qu'elle permît la plongée rapide et assurât l'obéissance absolue aux gouvernails.

Ce bateau est divisé en trois compartiments.

Le premier compartiment contient les réservoirs à eau et à pétrole, le tube lance-torpilles et le canon pneumatique.

Dans le compartiment milieu sont disposés les batteries d'accumulateurs et dans le bas le *water-ballast*. M. Holland a disposé les accumulateurs un peu au-dessous du centre de gravité, de façon à donner plus de stabilité à son bateau, leur poids total étant de $22^{T},5$. Dans ce compartiment sont également disposés, de chaque côté de la coque, des réservoirs d'air comprimé à 140 kilogrammes de pression.

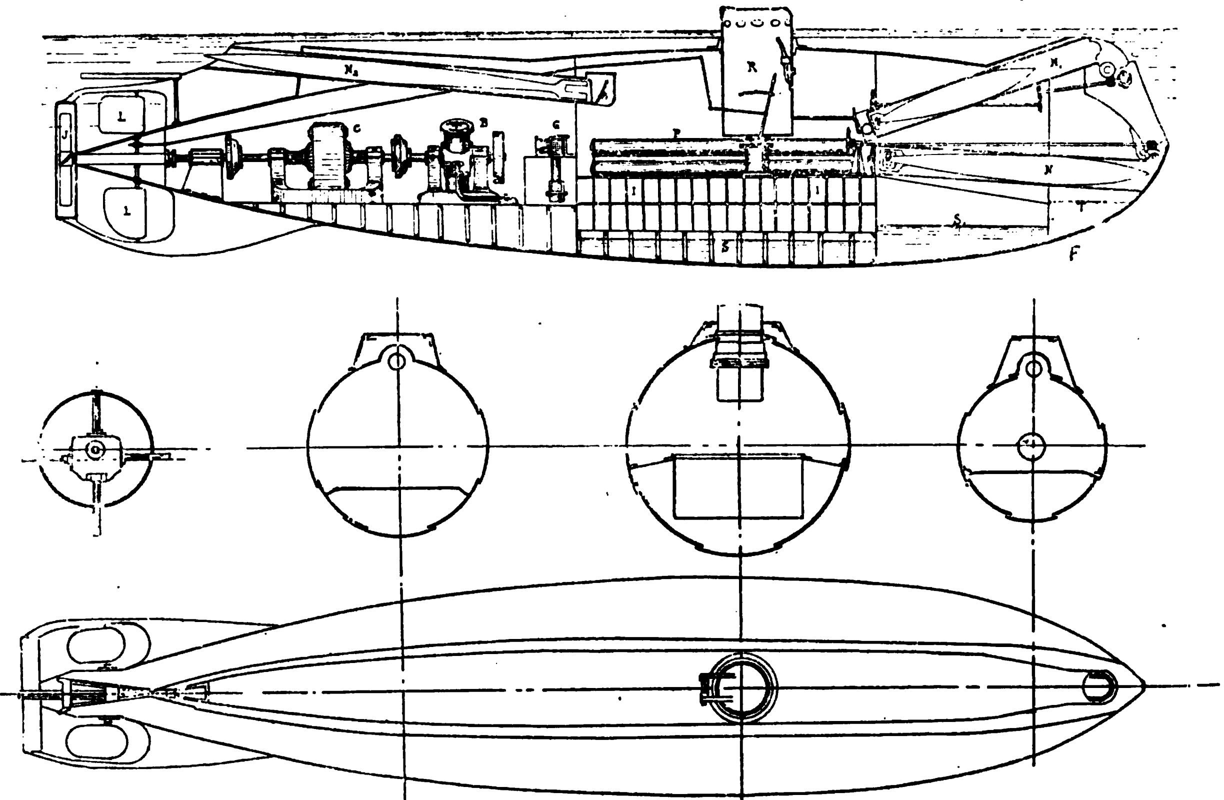


Fig. 336 à 341. — *Holland n° 3* (américain, 1896).

Longueur, 16m,75; diamètre, 3m,10; propulsion par moteur à gaz en émersion et électricité en immersion; immersion par introduction d'eau; armé de torpilles. — B, machine à gaz; C, dynamo; G, compresseur à air; I, accumulateurs; J, hélice; L, gouvernail; N, tube lance-torpilles Whitehead; N', tube lance-torpilles aériennes; N'', tube lance-torpilles à la dynamite; P, réservoirs d'air comprimé; R, poste du commandant; S, réservoir d'eau; S', réservoir d'eau de lestage; T, réservoir d'huile.

Enfin le compartiment d'arrière comprend la chambre des machines, ainsi qu'un canon sous-marin.

Le moteur employé pour la marche en flottaison est une machine à gazoline de la force de 150 chevaux. Cette machine sert en outre à comprimer de l'air dans les réservoirs de réserve, à charger les accumulateurs et à servir un moteur électrique de 100 chevaux, destiné à la propulsion du navire quand il est totalement submergé; son poids est de 1.820 kilogrammes: sa batterie d'accumulateurs se compose de 66 éléments, pesant ensemble 22.500 kilogrammes, débitant 350 ampères pendant quatre heures, et fournissant une vitesse de 8 nœuds à l'heure.

Un moteur électrique de 10 chevaux actionne le compresseur d'air. D'autres petits moteurs actionnent les ventilateurs et les pompes; ils sont tous alimentés par la batterie d'accumulateurs; les divers appareils électriques sont reliés à un tableau qui permet d'assurer les diverses connexions.

L'approvisionnement de gazoline permet au *Holland* de parcourir une distance franchissable de 2.000 milles.

L'immersion du bateau s'obtient par l'inclinaison d'un gouvernail horizontal, lorsqu'il est en marche et par l'introduction de l'eau dans le *water-ballast*.

Ainsi que nous le verrons dans le livre II, M. Holland a installé à bord de son bateau des appareils compensateurs qui introduisent de l'eau au fur et à mesure de la consommation du combustible pour conserver l'assiette du bateau.

Pour la marche en immersion, on se sert d'un tube optique analogue à ceux décrits dans tous les bateaux sous-marins. Quant aux observations à la surface, elles se font au moyen d'une guérite d'observation de 0^{m},60 de diamètre et percée sur tout le pourtour d'une certaine quantité de hublots très épais.

Cette guérite est à télescope et peut se rentrer à l'intérieur du bateau lorsque l'on veut plonger; deux secondes suffisent pour cette manœuvre. Un manomètre indique les diverses profondeurs d'immersion.

Les tubes lance-torpilles d'avant et d'arrière sont inclinés de

bas en haut pour permetre de lancer dans l'air des projectiles (celui d'avant) de 90 kilogrammes, chargés de 45 kilogrammes de fulmi-coton, à une distance de 1.200 mètres ; celui d'arrière, appelé « lance-torpilles sous eau », est capable de lancer sous

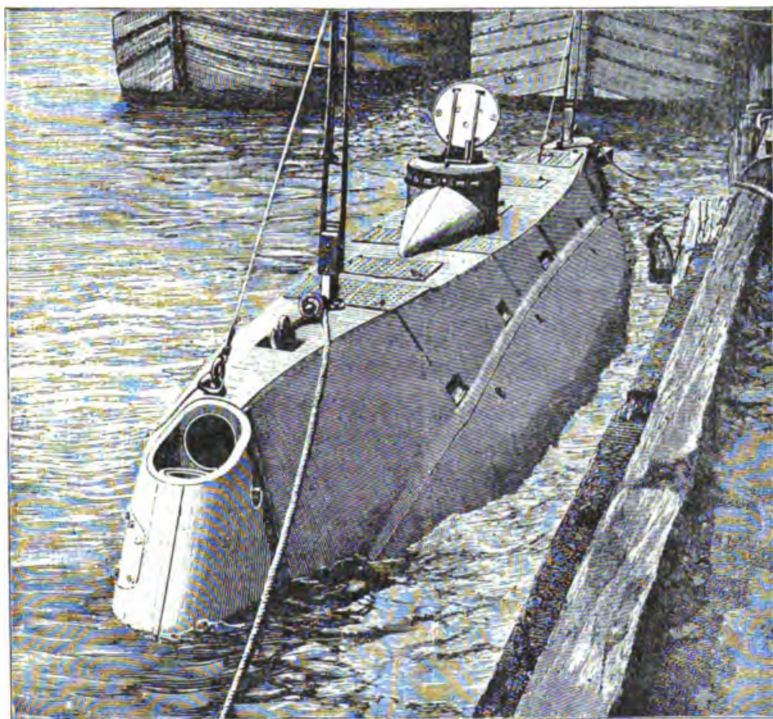


FIG. 342. — Le *Holland* à quai.

l'eau un projectile contenant 50 kilogrammes d'explosifs à une portée de 100 mètres.

Les tubes se terminent aux extrémités d'une sorte de pont qui surmonte la partie cylindrique de la coque. Ils sont fermés automatiquement après le départ du projectile.

L'armement total du *Holland* est de trois torpilles automobiles, six projectiles aériens et cinq obus sous-marins.

L'équipage nécessaire pour la manœuvre du *Holland* est de sept hommes.

On a observé qu'avec une vitesse de 8 nœuds seulement le *Holland* manœuvre bien, plonge et gouverne avec une précision remarquable. L'immersion est d'ailleurs facile et rapide, et l'action des gouvernails immédiate.

Il a été établi sur des données qui lui assurent une stabilité absolue, et on s'est préoccupé enfin d'assurer, dans de bien meilleures conditions que dans n'importe quel torpilleur, la purification de l'air respirable pendant la période de marche entre deux eaux.

Pour ce qui est du confort intérieur, il est évident que, dans un aussi petit espace, il n'a pas fallu songer à faire étalage de luxe et de fantaisie; les efforts se sont portés surtout sur ce point : disposer les machines et accessoires de la façon la plus convenable et la plus commode, et il semble que l'on y soit parvenu.

On a récemment expérimenté le *Holland*, et le résultat des expériences décrites par les journaux a été longuement discuté dans la presse technique et dans les Sociétés savantes ou réunions d'ingénieurs.

Dans ces expériences, on a d'abord fait des essais de vitesse en course à la surface des eaux ; puis on a déterminé exactement l'emplacement et le poids du lest pour produire une immersion facile et prompte.

Ensuite on a procédé à l'ajustage et au réglage des valves Kingston pour la distribution de l'air pendant l'immersion, et on a enfin étudié la marche entre deux eaux et à fleur d'eau.

Certains se sont inquiétés du temps passé à l'ajustage du lest et des valves à air et à eau ; il n'y a là rien que de fort naturel, et d'ailleurs ce réglage est nécessaire, mais définitif, et on ne pouvait prendre trop de précautions pour assurer la sécurité de l'équipage d'un bateau sous-marin.

Le 27 mars dernier, le *Holland* a fourni une série d'essais, qui ont, paraît-il, donné toute satisfaction tant au délégué du Gouvernement américain qu'à l'inventeur.

La première épreuve comportait des parcours en émersion, à la vitesse de 10 nœuds. Le sous-marin a montré une grande

souplesse de manœuvre; il évoluait en tous sens avec une grande facilité. L'épreuve d'immersion fut faite en vitesse. Après avoir réglé ses gouvernails de plongée, il parcourut ainsi plusieurs centaines de mètres, son avant incliné de quelques degrés, en maintenant sur tout son parcours une immersion de 2 mètres; il revint ensuite à la surface par son excès de flottabilité.

M. Holland immergea ensuite son bateau jusqu'à la disparition complète des deux mâts de pavillon; il fut impossible aux nombreux spectateurs de suivre sa trace jusqu'au moment où il émergeait, à plusieurs centaines de mètres plus loin.

Nous donnons les essais effectués par le *Holland*, le 11 octobre dernier, à Peconic Bay, sur une base jalonnée de 2 milles de longueur. Nous empruntons les deux diagrammes suivants à l'*Electrical World*.

La figure 343 indique le trajet suivi en plan; la figure 344 donne les diverses immersions du parcours.

L'épreuve commença à 10h,11'; après s'être immergé à 3 mètres, le sous-marin commença son parcours. Au deuxième mille, en arrivant aux bouées, il avait légèrement dévié à gauche, ainsi que l'indique la figure 343. Il remonta un instant à la surface pour rectifier sa ligne, comme le montre la figure 344; puis il replongea à nouveau. Il parcourut le second

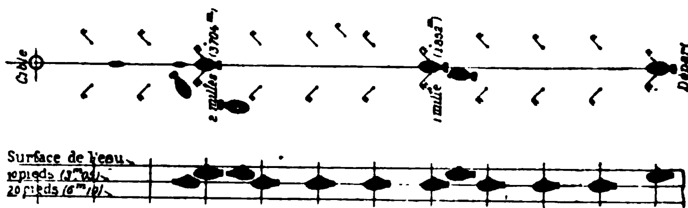


FIG. 343 et 344. — Diagrammes (en plan et en profondeur) d'un parcours d'essai du *Holland*.

mille en ligne droite; atteignit la bouée à 10h,36'; lançant sa torpille dans la cible qu'il toucha, puis il fit demi-tour pour se diriger vers son point de départ, qu'il atteignit à 10h,41'.

Le *Holland* a fait ensuite des essais d'immersion ; les plus intéressants sont ceux qui ont été effectués par 6^{m},10, qui était la profondeur de la baie où avaient lieu les essais.

Des immersions de vingt-quatre heures ont été faites sans dangers d'asphyxie pour l'équipage, composé de six hommes et du servant chargé de la manœuvre des torpilles.

Les expériences faites sur le *Holland* eurent un succès retentissant, et même, à ce sujet, un écrivain en donna cette appréciation :

« Les architectes navals, qui ont depuis longtemps affiché « leur scepticisme à l'égard des torpilleurs sous-marins de « Holland, crient aujourd'hui beaucoup moins fort, quand ils « ne se taisent pas tout à fait.

« Les faits désormais établis constituent une base solide « pour prendre une décision définitive.

« Au point où il en est maintenant, le nouveau type de tor- « pilleur semble devoir établir une orientation nouvelle dans « la tactique maritime et, peut-être, devenir l'arbitre des « conflits internationaux. »

Voici d'ailleurs l'opinion émise par M. Lewis Nixon, le constructeur du *Holland :*

« Le *Holland* est un succès incontestable, et il prend place « désormais comme un facteur important et dont nul ne con- « teste la valeur, dans l'art militaire. C'est un élément nou- « veau avec lequel doivent compter sérieusement les marines « de notre époque. Ces bateaux sont de véritables poissons, et « ils sont capables d'en remplir toutes les fonctions, et cela « avec l'intelligence d'un homme et la puissance destructive « d'un cuirassé. »

Au sujet du *Plongeur*, le chef de construction, M. Hichborn, officier de la Marine des Etats-Unis, avait déjà émis cet avis :

« Alors même que le succès de ce navire ne serait pas « absolu, il est en droit de prétendre à tous les perfectionne- « ments que l'on a récemment introduits dans les marines de « guerre et dont les derniers monitors, malgré qu'ils aient été « discutés, nous sont une preuve manifeste. »

Nous laisserons de côté ici les divers devis d'armement soumis par la Société Holland, nous en tenant pour le moment à celui qui a été admis et expérimenté.

Il est évident, d'ailleurs, que rien n'est plus simple que d'armer très rapidement ces bateaux de torpilles Howel ou de torpilles Whitehead, et aussi de projectiles destinés à être lancés à l'air libre, soit par la poudre, soit par l'air comprimé, ou par une combinaison quelconque de ces deux procédés.

M. P. Holland donne au journal *le Matin* les renseignements suivants sur ce sous-marin.

« La position du bateau, lorsqu'il sera employé à la défense d'un port, devra être fixée, en dehors de la ligne extérieure de défense, c'est-à-dire au-delà des canons qui défendent l'entrée. Il ne devra avoir alors au-dessus de la surface de l'eau que le sommet de sa tourelle. Quand un bâtiment ennemi se présentera, le tuyau de la cheminée sera rentré, et l'ouverture du sommet de la tourelle à travers laquelle il passait sera fermée rapidement et rendue étanche. Il se dirigera alors de manière à couper la route au bâtiment, en restant toujours à fleur d'eau, jusqu'à ce qu'il arrive à une distance assez petite pour se trouver en danger d'être aperçu par les vedettes de l'ennemi. A ce moment il plongera complètement. La distance à laquelle il devra plonger dépendra de l'état de la mer. Par gros temps il peut s'avancer presque à toucher l'ennemi sans être découvert.

« Quand, marchant complètement submergé, il est arrivé à une distance que l'on peut estimer à 2 ou 300 yards, les gouvernails de plongée sont manœuvrés de manière à amener le sommet, de la tourelle au-dessus de l'eau pendant quelques secondes, temps trop court pour que l'ennemi puisse juger la distance qui le sépare de la tourelle et lui envoyer un projectile qui ait chance de l'atteindre d'une manière sérieuse, mais suffisant pour que le pilote du sous-marin relève l'ennemi, change sa route ou replonge de nouveau, si c'est nécessaire. S'il se trouve que le bateau est à bonne portée, à 100 yards par exemple, une torpille est lancée. Une forte explosion, qui

se produira moins de six secondes après, avertira de la réussite de l'attaque.

« Lorsque le sous-marin marche à la surface de l'eau à toute vapeur et qu'il devient nécessaire de plonger vivement, le pilote donne l'ordre : « Préparez-vous à plonger ! » La communication entre le combustible liquide et le foyer est instantanément fermée. On ouvre les soupapes qui introduisent l'eau dans les réservoirs à lest d'eau ; une machine mue par l'électricité fait rentrer le tuyau de cheminée et le tuyau d'air dans la superstructure et met en mouvement une soupape à glissement très massive, qui ferme l'ouverture de la tourelle par laquelle passait la cheminée. Ces différentes manœuvres peuvent être terminées en trente secondes, à peu près lorsque le bateau est à fleur d'eau et préparé pour la plongée. Vingt secondes après, il marchera horizontalement à la profondeur de 20 pieds au-dessous de la surface de l'eau et tout à fait hors de l'atteinte des projectiles de l'ennemi.

Le Narval (1899) [1]

En février 1896, M. Lockroy, ministre de la Marine, fit établir par M. Bertin, directeur du matériel, un programme pour l'élaboration d'un torpilleur sous-marin. Un concours public fut ouvert aux ingénieurs et aux personnes étrangères à la Marine.

Sous le Ministère de l'amiral Besnard, ce concours fut élargi, et les officiers et ingénieurs de la Marine y furent admis.

Le Conseil des Travaux chargé d'examiner les différents projets présentés, demanda la construction du projet de torpilleur étudié et envoyé par M. Laubeuf. Ce vœu fut sanctionné par le Ministre, qui ordonna la mise en chantier de ce torpilleur et décerna une médaille d'or à son auteur. Il fut décidé que ce torpilleur serait dénommé : *le Narval*. La presse, en rendant compte du concours, présenta *le Narval* tantôt comme

[1] Nous avons pensé qu'il serait intéressant pour nos lecteurs de trouver dans notre ouvrage quelques renseignements sur ce nouveau sous-marin et nous leur soumettons la présente étude en faisant toutes nos réserves quant à l'exactitude absolue des indications officieuses que nous avons pu obtenir.

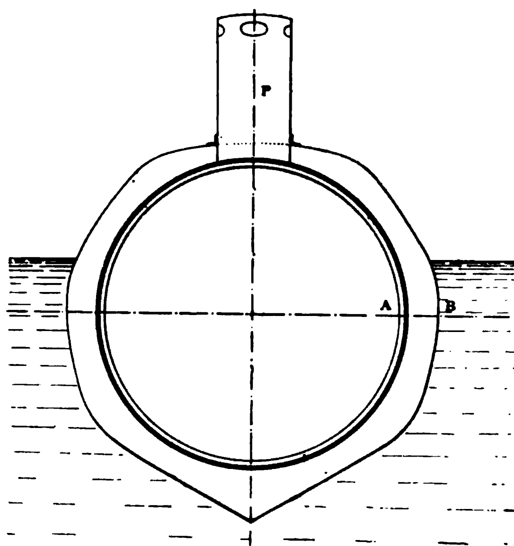


Fig. 345. — Coupe transversale du *Narval* à l'état lège.
Légende. — A, coque cylindro-conique ;
B, coque extérieure ; P. poste du commandant.

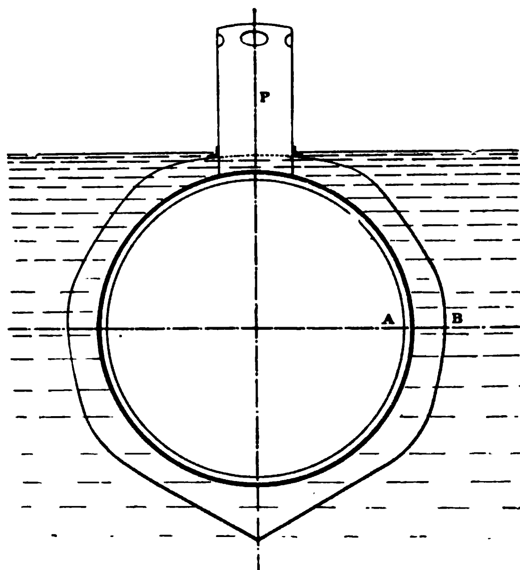


Fig. 346. — Coupe transversale du *Narval* en immersion jusqu'à sa tourelle, l'eau remplit l'espace laissé libre entre les deux coques, qui sert ainsi de réservoir d'immersion. Les réservoirs de stabilité et les réservoirs compensateurs sont placés dans la coque intérieure.

un submersible, tantôt comme un *sous-marin autonome* naviguant à la vapeur à la surface, et à l'état d'immersion au moyen d'accumulateurs actionnant un électromoteur.

En fait, *le Narval* peut naviguer de trois manières :

1° A l'état lège, c'est-à-dire les réservoirs à lest complètement vides et la coque émergeant au-dessus de l'eau ; c'est alors qu'il atteint sa plus grande vitesse ;

2° A fleur d'eau, quand le dôme et la cheminée dépassent seuls le niveau de la mer, l'introduction de l'eau dans les réservoirs ayant augmenté le tonnage ;

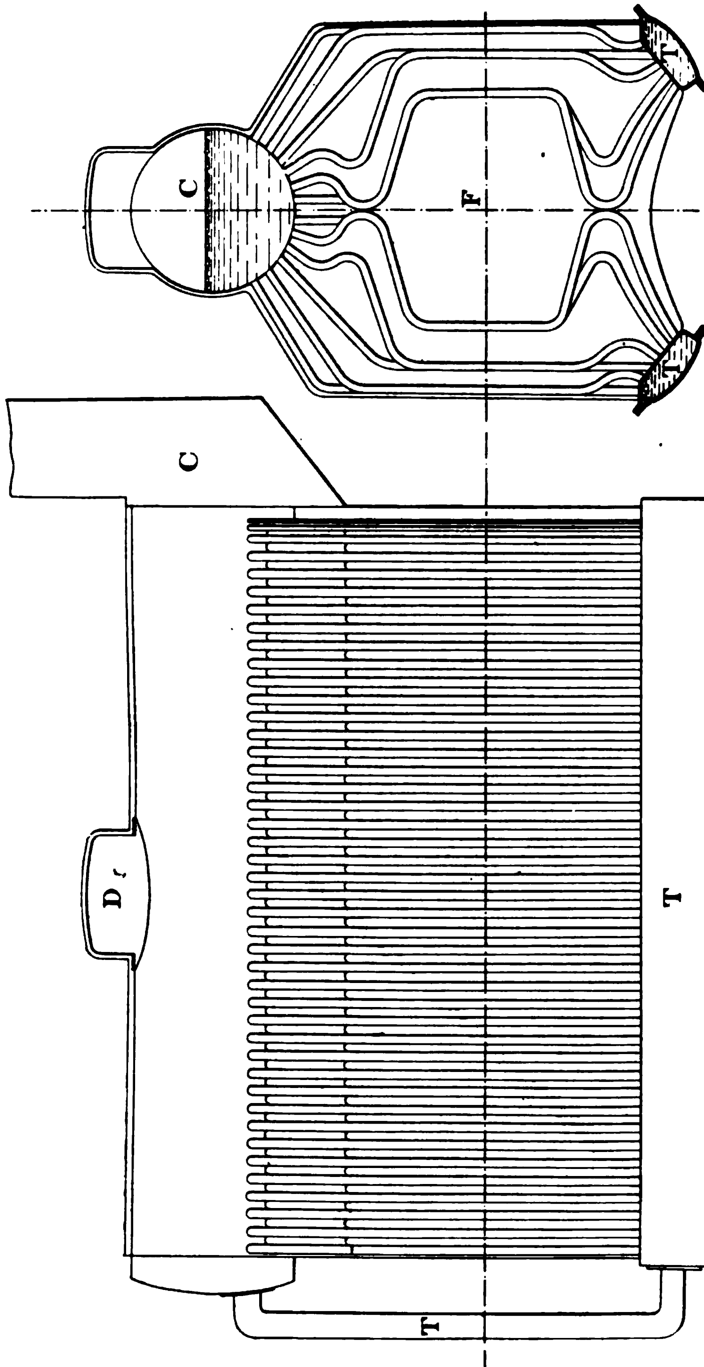
3° A une profondeur quelconque au-dessous de la surface.

Le Narval ouvre donc la série d'une nouvelle classe de torpilleurs immersibles, qu'il ne faut ni confondre avec les *sous-marins* proprement dits, ni avec les *submersibles.*

Par *submersibles* on a désigné jusqu'à présent les torpilleurs qui peuvent s'immerger plus ou moins dans le but de protéger leur pont et de réduire ainsi la surface offerte au tir de l'ennemi ; ces torpilleurs ne s'immergent *jamais complètement ;* ils restent toujours en communication avec la surface ; tels *le Mute* de Fulton, *le Stromboli*, le *Spuyten Duyvil*, le *Porter*, les torpilleurs de *Berkley* et *Hotchkiss*, de *Cavett.* Le *Kathadin* dont l'immersion est très limitée, et le submersible de M. *Lagane*, auquel on ne laisse hors de l'eau que sa cheminée et sa tourelle d'observation.

Le *submersible*, naviguant toujours à la surface, est donc plus ou moins vulnérable selon son degré d'immersion.

Conservant cette définition au *submersible*, on voit qu'il existe une différence très marquée entre les bateaux de ce type et un *sous-marin ;* que ces deux sortes d'engins sont bien distincts et ne peuvent être confondus. En effet, le premier ne peut s'immerger que partiellement et navigue toujours à la surface, sa coque plus ou moins hors de l'eau, tandis que le *sous-marin* ne possède qu'une faculté relative d'action à la surface, étant entièrement étudié et établi en vue de la navigation sous-marine proprement dite.



Chaudière aquatubulaire système A. Seigle.

Fig. 347. — Légende : C, cheminée ; D, dôme de vapeur ; T, tubes d'eau.

Fig. 348. — Légende : C, corps cylindre ; F, foyer ; T, tubes d'eau.

Etant données ces définitions qu'on peut tirer de l'emploi antérieur fait en navigation des qualificatifs de *submersibles* et *sous-marins*, *le Narval* ne peut être classé dans la catégorie des *submersibles*; il appartiendrait plutôt à celle des *sous-marins autonomes* à grand rayon d'action.

Nous apprenons que *le Narval* est bien un sous-marin, que le nom de *submersible* lui a été donné pour établir une différence entre ce nouveau type de bateau et les sous-marins types *Gymnote*, *Zédé*, *Morse*.

Le Narval est composé de deux coques. Une coque cylindro-conique en tôle épaisse, enveloppée par une seconde coque en tôle mince; les formes de cette dernière se rapprochent d'un torpilleur naviguant à la surface (*fig*. 345 et 346). L'espace laissé libre entre les coques sert de réservoir d'immersion, les réservoirs de stabilité et les réservoirs compensateurs sont placés dans la coque intérieure.

L'immersion partielle ou totale est obtenue par introduction d'un lest d'eau; mais la façon de plonger du *Gymnote* et du *Zédé* a été abandonnée. Au lieu d'employer un seul gouvernail horizontal placé à l'Æ et de faire plonger le torpilleur obliquement, l'*A* incliné en bas, M. Laubeuf a préféré la plongée horizontale, obtenue au moyen de quatre gouvernails horizontaux placés deux vers l'*A* et deux vers l'Æ (*fig*. 349 et 350); ils sont montés deux par deux sur le même axe et manœuvrés d'un mouvement uniforme, présentant ainsi un angle de même valeur.

Nous avons vu ce dispositif décrit dans les projets de Noury père et fils (1887), de Forest (1891 et 1894), de Philippeau (1896).

En examinant la nature des différents appareils installés à bord d'un sous-marin, moteurs divers accumulateurs, réservoirs d'immersion, de stabilité; on se rend compte facilement que la plongée oblique donne une position anormale à tous ces appareils, notamment aux accumulateurs et aux réservoirs; elle peut compromettre la stabilité longitudinale; elle est surtout très pénible pour l'équipage.

Les dimensions principales du *Narval* sont les suivantes :

Longueur	34 mètres
Largeur	$3^{m},75$
Déplacement	106 tonneaux

La force motrice est fournie à la surface par une chaudière aquatubulaire, chauffée à l'huile lourde, système Adolphe Seigle (*fig.* 347 et 348) ; cette chaudière multitubulaire, chauffée par 5 brûleurs à huile lourde, alimente de vapeur une machine de 250 chevaux, construite par la maison Brulé et Cie. Elle sera décrite en détail dans le deuxième volume de cet ouvrage.

Des accumulateurs Fulmen fournissent l'énergie à un électromoteur qui actionne l'hélice, lorsque le bateau navigue en immersion. Au moment de l'immersion, des appareils spéciaux à fermeture rapide et étanche permettent de rentrer et de boucher immédiatement et hermétiquement le tuyau de la cheminée, ainsi que toutes les autres ouvertures.

Le Narval possède, suivant les conditions dans lesquelles il est placé, les rayons d'action ci-après :

1° A la surface et mû par son moteur à feu :

252	milles	à une vitesse de	12 nœuds,	soit 21	heures de navigation
ou 624	—	—	8 —	78	—

2° En immersion et mû par son moteur électrique :

25	milles	à une vitesse de	8 nœuds
ou 72	—	—	5 —

Le Narval se sert exclusivement de son moteur à feu pour évoluer et naviguer à la surface. Toutes les manœuvres sous-marines sont exécutées par des électromoteurs alimentés par accumulateurs. Pendant le repos, ou durant une marche à vitesse réduite, le torpilleur naviguant à la surface, le moteur peut actionner les dynamos et recharger les accumulateurs, préparant ainsi une nouvelle provision d'énergie pour une future immersion.

L'armement est d'un nouveau modèle : il consiste en deux



Fig. 349. — *Le Narval* à flot. (Cliché communiqué par *l'Illustration*.)

appareils lance-torpilles, de l'ingénieur russe Drzewiecki,

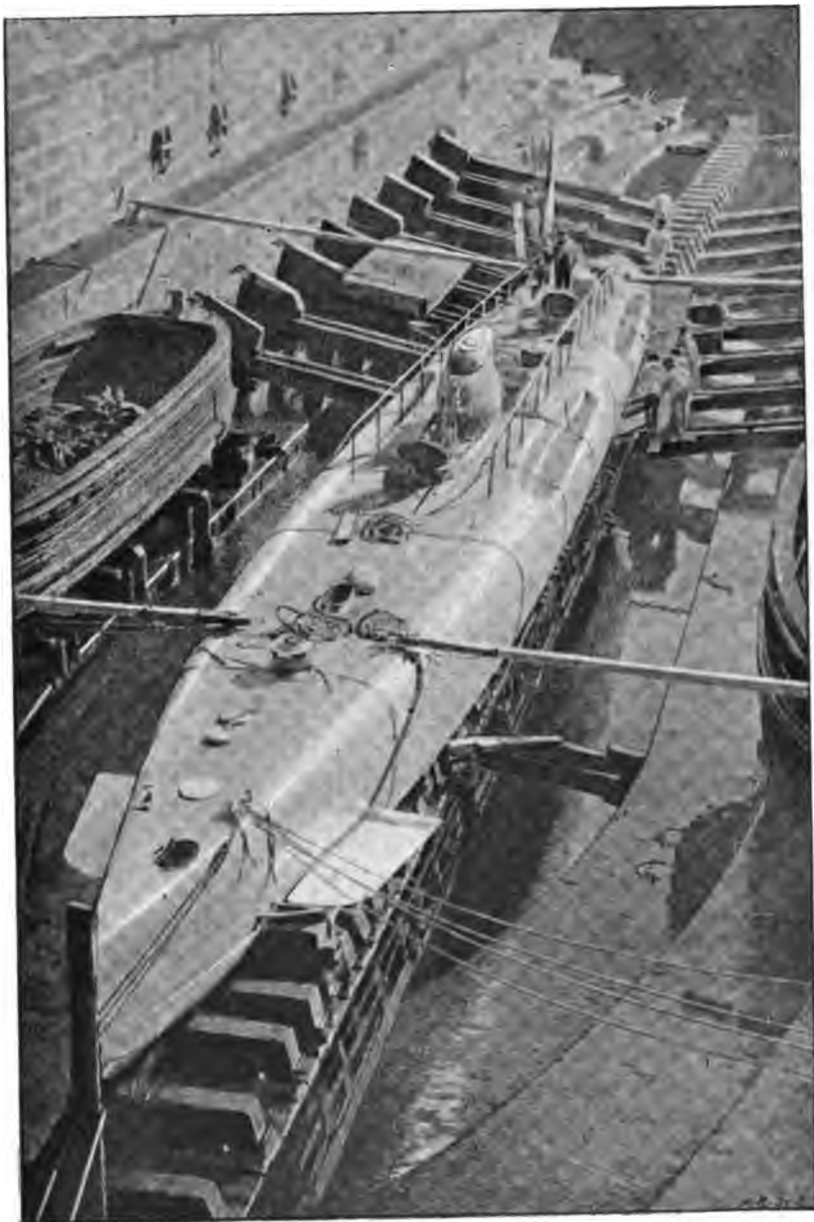


Fig. 350. — *Le Narval* à sec au bassin.
(Cliché communiqué par *l'Illustration.*)

lançant les torpilles par le travers. (Voir livre II, *Armement.*) Cet appareil de lancement a été retenu par le Conseil des Travaux au concours d'où sort déjà *le Narval.*

Mis en chantier sur une des cales de l'arsenal de Cherbourg, *le Narval* a été construit en 1897-1898. Après vérification de l'étanchéité de ses deux coques on a procédé au réglage des moteurs et de divers accessoires. Durant les essais de navigation et de stabilité, certaines modifications ont cependant été reconnues indispensables en vue d'améliorer la stabilité, et ce n'est qu'au début de 1900 que le nouveau bateau, dont les essais sont à peine achevés, a été reconnu bon et satisfaisant aux conditions qu'on lui avait imposées.

En raison de l'emploi de deux coques, le lest liquide placé entre elles est considérable. Il est facile de se rendre compte de la difficulté de le maintenir sur toute la longueur du bateau, pour qu'il ne se porte pas tout entier à une extrémité ou à l'autre. Ce résultat ne peut être obtenu que par l'emploi de cloisons étanches reliant les deux coques et divisant la masse liquide. Le réglage peut être très difficile, si les cloisons n'ont pas été prévues en nombre suffisant au début de la construction, car le système de double coque ne permet pas d'en rajouter facilement.

Actuellement l'introduction du ballast dans l'intercoque se fait trop lentement, il faut de 30 à 40 minutes pour passer de l'état lège à l'immersion, ce temps nous semble bien long, mais nous ne doutons pas que les perfectionnements apportés par l'auteur ne réduisent considérablement la durée de cette opération.

Partisans des bateaux autonomes, nous apprenons avec plaisir les résultats satisfaisants du *Narval;* ils ont démontré la supériorité des sous-marins autonomes sur les sous-marins uniquement électriques à rayon d'action restreint. Nous verrons plus loin, à la note III, rendant compte du concours de 1896, que *le Narval* et les trois projets qui ont été primés, sont quatre autonomes, où l'autonomie est obtenue par des moyens qui diffèrent par le genre de moteurs, le mode de trans-

mission de mouvement et certains détails, mais ils appartiennent tous les quatre à la catégorie des torpilleurs sous-marins autonomes à grand rayon d'action.

Plus tard verrons-nous quel parti la Marine se décidera à tirer de ces divers torpilleurs et quel rôle ils seront appelés à jouer dans les guerres maritimes futures ?

Le Narval inaugure en France une méthode depuis longtemps appliquée avec succès en Amérique. Allant à l'encontre de ce qui avait été essayé sur *le Gymnote* et *le Zédé*, on a adopté la dualité des modes de propulsion et adjoint au moteur électrique, seul employé dans ces deux sous-marins, un moteur à feu capable non seulement de propulser le navire à la surface, mais encore d'actionner au besoin les dynamos pour recharger les accumulateurs et effectuer une nouvelle plongée sans revenir au port. Malgré les difficultés considérables qu'il a fallu vaincre pour arriver à la répartition et au maintien en place du lest liquide, à la compensation des pertes de charge dues à la combustion de l'huile lourde, on est parvenu cependant à réaliser un type pratique de bateau autonome à rayon d'action assez étendu, capable de tenir la mer une journée entière et de seconder l'action des navires de ligne pendant toute la durée d'une opération navale. Ce but ne pourrait être atteint par un sous-marin uniquement électrique, et n'y eût-il aucune autre raison à faire valoir que ce serait suffisant pour démontrer la valeur pratique du système à double propulsion inauguré par *le Narval*.

CONCLUSION

Nous avons décrit ici par ordre chronologique les nombreux types si variés de bateaux sous-marins créés depuis près de deux siècles. Il est temps maintenant de conclure, de tirer autant que possible de l'examen de cette longue suite de travaux aux résultats si divers, les conséquences immédiates et les probabilités éventuelles de l'avenir.

Point n'est besoin d'insister davantage sur des découvertes, des essais, des applications faites à l'Etranger aussi bien qu'en France. L'intérêt est de constater l'essor pris soudainement par la navigation sous-marine après tant et de si longs tâtonnements infructueux. Le problème de la dirigeabilité sous l'eau est définitivement résolu; les demains nous réservent de constants progrès, une première solution vraiment pratique. D'autres suivront.

Voici ce que disait dernièrement — et nous ne serions pas loin d'être de son avis, en faisant toutefois nos réserves en ce qui concerne les sous-marins uniquement électriques et en particulier *le Gustave-Zédé* — un rédacteur maritime de *l'Illustration*.

« Le génie maritime affirme que les études concernant la navigation sous-marine ont été poussées assez loin et qu'elles ont donné des résultats tels que l'on ne s'engage pas dans l'inconnu en mettant d'un seul coup six narvals en chantier. S'ils réalisaient les espérances que quelques-uns fondent sur eux, s'ils résolvaient militairement et définitivement le problème de la navigation sous-marine, il en résulterait une révolution dans la tactique navale.

« Le cuirassé, qui a résisté au torpilleur ordinaire, serait sans défense contre l'ennemi invisible qui se glisserait près de ses flancs pour décharger sa torpille. Le séjour des mers étroites et des côtes ennemies lui serait interdit sous peine de mort. Il ne trouverait de salut que dans la fuite il deviendrait alors inutile, et son heure serait sonnée. Les batailles navales se livreraient non plus à la surface, mais dans les profondeurs des océans.

« Mais ce rêve est-il sur le point de se réaliser? Nous ne le croyons pas encore. On a mené grand bruit de l'expérience de Toulon où *le Zédé* a réussi à envoyer une torpille au *Magenta*. On a dit que la solution du problème était trouvée, que le sous-marin était devenu le roi de la mer; le cuirassé était vaincu. La marine anglaise, assura-t-on, n'était plus à craindre; tous ses bateaux allaient être coulés par nos joujoux, et l'on pouvait hardiment déclarer la guerre à l'Anglais. On ouvrit même une souscription pour offrir un sous-marin à l'Etat, croyant ainsi sauver la patrie. Et le public s'est emballé. Il crut tout cela. Il s'est emballé comme il s'emballa jadis quand on inventa la cuirasse qui devait rendre le navire invulnérable et que le canon dut bientôt vaincre, et quand on inventa le torpilleur qui devait détruire le cuirassé et qui ne détruisit rien du tout. On s'en souvient, c'était hier. Il ne fallait plus construire de cuirassés, — rien que des torpilleurs, comme maintenant rien que des sous-marins. L'Etranger, plus avisé, continua à construire des cuirassés, et il en résulta pour notre flotte une infériorité que quelques-uns déplorent aujourd'hui.

« Qu'on se rappelle les mitrailleuses de 1871. Ces engins terribles devaient faucher les bataillons allemands et nous assurer la victoire en dépit de notre infériorité numérique. En réalité, les mitrailleuses produisirent peu d'effet. L'arme n'était pas mauvaise en elle-même, seulement elle ne donnait de résultats espérés que dans certaines circonstances toutes spéciales. Dans la plupart des cas, elles étaient inutilisables, et l'usage en fut, en somme, abandonné. Nous souhaitons sincèrement que le sous-marin, après avoir inspiré la même confiance exagérée,

ne cause pas les mêmes déceptions que les mitrailleuses de 1870 !

« C'est faire œuvre blâmable, et que l'ignorance des choses de la mer peut seule excuser, que de bercer le public d'illusions dangereuses, que de lui assurer qu'avec dix sous-marins on peut défendre nos côtes et remplacer une flotte de guerre.

« Le sous-marin, on a dû le voir par les détails que nous avons donnés plus haut, est, dans son état actuel, un outil délicat, difficile à manier, très imparfait, que le moindre accroc, une vague un peu forte, un rien, peut mettre hors de service ; on ne peut que rarement compter sur cet engin. Or, dans l'art de la guerre, c'est un axiome de considérer comme de peu de valeur une arme de défense sur laquelle on ne peut absolument faire fond en cas de danger. Si une expérience, faite dans une rade et par mer belle a pu réussir, il ne s'ensuit pas qu'il en sera de même dans une guerre où il faut faire la part à l'imprévu.

« La bataille n'est pas la manœuvre où tout est réglé à l'avance. Combien de fois déjà cela a-t-il été prouvé ! Le sous-marin ne peut sortir par un gros temps sans s'exposer aux pires accidents. L'ennemi attendra-t-il que la mer soit belle pour attaquer ? Qu'arrivera-t-il s'il pousse son attaque alors qu'une mer fortement agitée retient le sous-marin au port et qu'aucune autre défense ne peut lui être opposée ? C'est alors que nous nous lamenterons vainement et que nous regretterons notre imprévoyance, l'emballement instinctif de notre race.

« Qu'on le sache bien, malgré les perfectionnements dont il a été l'objet, le sous-marin n'est encore qu'un engin assez rudimentaire, et le problème de la navigation sous-marine n'est pas jusqu'à présent résolu. Les marines étrangères possèdent, comme la nôtre, des sous-marins. Elles ont fait comme nous des expériences et il est inexact de dire que nous sommes en avance sur elles. Elles savent à quoi s'en tenir sur la navigation sous-marine, et personne au-delà de nos frontières n'a mené si grand bruit que nous.

« L'Italie possède l'*Audace*, le *Pullino* et le *Delfino*. Ce der-

nier, long de 24 mètres et mû par l'électricité, a fait, dans la rade de la Spezzia, des expériences aussi bien réussies, quoiqu'elles aient été moins connues, que celles du *Zédé* à Toulon. Il peut soutenir pendant plusieurs heures une vitesse de 10 nœuds complètement immergé, résultat qui n'a été atteint par aucun autre sous-marin. Plusieurs bâtiments de ce type modifié sont actuellement en construction. Et cependant les Italiens, qui n'ont pas précisément l'habitude de gaspiller leurs *lires*, n'ont pas cessé de construire des cuirassés. Ils ont raison. Les Allemands ont aussi étudié soigneusement la question des sous-marins ; on dit même qu'ils possèdent une certaine avance sur nous. La Russie se livre actuellement aux mêmes études. La Suède possède le *Nordenfeldt*, qui est un excellent sous-marin autonome.

« Les Anglais ont fait de longs essais de navigation sous-marine dont les résultats ont été tenus secrets. Mais il est certain qu'ils sont fixés sur la valeur des sous-marins, et les officiers de l'Amirauté assurent qu'ils les craignent peu. Aucun sous-marin ne figure dans la liste de leur flotte et leur construction n'est pas encouragée. Enfin les Américains possèdent des sous-marins autonomes qui réalisent, pour l'heure actuelle, la perfection du genre et dont les nôtres ne seront en somme que les similaires. Ils ont fait en mer de nombreux et brillants essais. Malgré cela, malgré l'audace bien connue des Américains, le Département de la Marine des Etats-Unis n'a placé aucune confiance en eux et a refusé de les employer dans la guerre de Cuba.

« Le sous-marin ne doit donc inspirer qu'une confiance très relative. Il pourrait peut-être servir dans certains cas, mais dans des cas peu fréquents. Pour une flotte, il ne peut être que l'accessoire, et il ne doit pas faire diminuer d'une seule unité la force navale d'un pays.

« Sa principale qualité, avons-nous dit, est de se dérober à la vue de l'ennemi. Mais, s'il n'est pas vu, *il est entendu*. L'eau, on le sait, est un merveilleux conducteur du son. Or il existe, à bord de certains bâtiments, des appareils, basés sur l'emploi

du microphone, qui avertissent par le son de la présence d'un bateau à plusieurs kilomètres de distance. Grâce à lui, le cuirassé ne peut donc être surpris, et il peut se mettre sur ses gardes contre une attaque, soit par le moyen de ses défenses extérieures, c'est-à-dire en s'entourant du filet Bullivant, soit en se mettant en marche, même à petite allure, le sous-marin étant hors d'état de le suivre.

« La torpille automobile touche rarement le but. Les embardées, malgré l'emploi du gyroscope Obry, qui doit théoriquement lui assurer une trajectoire d'une rectitude absolue, la font dévier trop souvent de la ligne droite, et en outre, une manœuvre du navire suffit pour l'éviter. Si elle l'atteint, son explosion ne lui fera pas une blessure mortelle, car le cuirassé moderne est construit de telle façon qu'il peut résister à la torpille, grâce à un double fond, à ses tranches cellulaires et à son compartimentage étanche.

« D'ailleurs, si le sous-marin devenait réellement dangereux, le cuirassé ne tarderait pas à prendre contre lui ses moyens de défense, comme il les a pris avec succès contre le torpilleur.

« L'engin défensif serait vite inventé, et le pays qui aurait commis l'imprudence de faire reposer sur cette innovation la force de sa marine resterait désarmé en présence d'un adversaire plus fort. En résumé, la navigation sous-marine, comme la navigation aérienne, en est encore à la période des expériences. Qu'on en suive les progrès avec sollicitude, qu'on les encourage, rien de mieux; mais, quant à présent, conclure du succès d'une expérience à la transformation radicale de notre armement naval, ce serait une périlleuse et criminelle imprudence. »

Nous l'avons dit, nous ne partageons pas complètement cette manière de voir. Il faut chercher et découvrir, inventer. La paix bénéficiera des progrès de la guerre ; aussi chaque pas sur la route des engins de destruction apporte-t-il son remède.

Il faut rester confiants en face de l'avenir et de la science. La moisson est illimitée des inventions neuves, encore insoupçonnées.

Le jour où l'engin, l'arme infaillible naîtra, la paix s'élèvera

pour planer sur le monde. Les ingénieurs, les hommes compétents, les esprits pondérés enfin ont reconnu, après l'enthousiasme de la première heure, que les essais du *Gustave-Zédé* constituaient une série d'expériences démontrant la possibilité de suivre à peu près une route sous-marine, mais ce sont là seulement des expériences dont la sanction pratique ne peut d'ailleurs se faire attendre.

Le torpilleur sous-marin autonome demeure incontestablement supérieur à tous les autres types; outre ses avantages dans le feu du combat et pour l'attaque énumérée plus haut, il a ce mérite de ne coûter qu'un prix relativement minime.

Nous admettons la nécessité, pour un pays comme le nôtre, de maintenir sa flotte et d'augmenter le nombre des fortes unités.

Mais il est du devoir d'un Ministre de la Marine ayant l'intuition de l'avenir et le souci de la défense de nôtre territoire, d'ordonner l'étude et la construction de divers sous-marins autonomes et de torpilleurs protégés, afin de connaître la valeur de chacun de ces différents engins de défense, leurs qualités et leurs défauts et d'établir ensuite un type de bateau perfectionné dans chaque série.

Le sous-marin uniquement électrique a fait ses preuves, on sait ce qu'il vaut et ce qu'il est possible de tirer de son utilisation. Le sous-marin autonome vient de terminer de brillants essais, mais *le Narval* étant seul de sa catégorie on ne peut établir de comparaison. Le torpilleur protégé n'ayant pas été expérimenté on ignore entièrement sa valeur. Avant de construire une flottille de vingt-six sous-marins, comme il est prévu au budget de 1900, il serait intéressant d'être fixé à ce sujet, car le dernier mot n'est pas dit.

Mais il ne faut pas croire à l'infériorité obligatoire du sous-marin, parce que le microphone le peut signaler à bord du navire à atteindre ; s'il est *entendu*, il a cet avantage incontestable de n'être pas *vu*. Nous verrons plus tard d'ailleurs que cet inconvénient même est illusoire et que le sous-marin est plus silencieux que toute autre embarcation.

Quant aux filets protecteurs il est nécessaire encore de ne pas

oublier l'impossibilité où se trouve un navire de les déployer ailleurs qu'au mouillage; leur emploi, en marche, alourdit le navire, diminue sa vitesse au point que l'assailli s'exposerait à être rejoint par les croiseurs ennemis, même sans courir la chance d'un combat ouvert; il serait alors trop facile au sous-marin non plus seulement de lui lancer une torpille, mais d'établir une véritable mine sous-marine dans ses œuvres vives.

On peut donc croire et dire en vérité que la navigation sous-marine a cessé d'être une utopie, où les vains efforts des nations seraient consumés, où des savants, dédaigneux des inventions pratiques, égareraient leur génie.

Grâce aux travaux multipliés depuis près d'un siècle, le fait est accompli; on peut désormais diriger un navire sous l'eau. Nul doute qu'avant peu d'années, de longues traversées ne se puissent effectuer de la sorte, avec moins de péril même et de chances de naufrages qu'à bord des navires les mieux construits.

La proportion des mérites et des différences est la même à l'heure présente, entre les anciens torpilleurs et les sous-marins actuels, qu'entre les flottes du moyen âge et les premières escadres à vapeur.

Pour n'être encore que de merveilleuses expériences, les essais des récents sous-marins sont concluants, donnant d'indéniables et précis résultats ; seules des imperfections de détails, importantes certes, mais facilement et pratiquement réductibles, restent à vaincre. De hautes intelligences, y travaillent dès à présent et chaque jour, chaque heure, nous rapproche de la réalisation parfaite d'une conception irréprochable. Hier c'était folie, rêve; aujourd'hui c'est merveille; demain on s'étonnera de l'incurie du passé devant les progrès auxquels l'accoutumance nous aura initiés.

Au cours de cet exposé rapide, entraînés par la première utilisation probable de la navigation sous-marine, nous avons uniquement parlé de guerre et de destruction.

Une autre question cependant est non moins intéressante et

il ne peut manquer de se produire comme une révolution dans l'art naval, le commerce et l'industrie, le jour où le sous-marin commercial sera né et pratiquement exploité. Dans ce sens un certain nombre de constructeurs et de capitalistes yankees devancent les autres nations encore endormies.

Les Américains, les premiers, étudient la construction d'un type de bateau sous-marin destiné aux pêches sous-marines. Grâce à ce navire, on ensemencerait et l'on cultiverait au fond de l'eau les éponges et le corail, les huîtres perlières et comestibles.

La drague dont on se sert pour la pêche des huîtres et des éponges détruit à la longue, brise et défait les colonies aquatiques sur les côtes de Ceylan, dans la mer des Antilles, sur le littoral arménien, partout où les huîtres perlières, le corail et les éponges fines nécessitent le travail périlleux des plongeurs ; des hommes meurent de ces inhumaines besognes.

Ils sont la proie des requins, de l'asphyxie et des congestions, et peut-être aussi des monstres des profondeurs marines.

On les hisse souvent crachant le sang, à demi morts; parfois d'autres plongeurs ne trouvent au fond de l'eau que des cadavres. Les cloches à plongeurs, les scaphandres, donnent de médiocres résultats.

L'idée d'explorer les abîmes de la mer est loin d'être nouvelle. Il semble que tout ce qui est secret, profond, caché ou mystérieux, a exercé de tout temps un attrait irrésistible sur l'esprit de l'homme.

N'a-t-il pas cherché à descendre dans les cratères des volcans éteints et, quelquefois, seulement endormis ?

N'a-t-il pas sondé les entrailles de la terre, fouillant ses grottes obscures et explorant ses plus profondes cavernes ?

Enfin, en ce qui concerne les fonds de l'océan, n'a-t-il pas été aussi loin que ses moyens le lui ont permis ?

... Pas bien loin jusqu'à présent !

Ici pourtant, l'attrait des merveilles inconnues qui l'attendent

se double de tout l'intérêt que lui ont offert les divers objets qu'il en a extraits, ou que la mer elle-même a rejetés sur ses rivages.

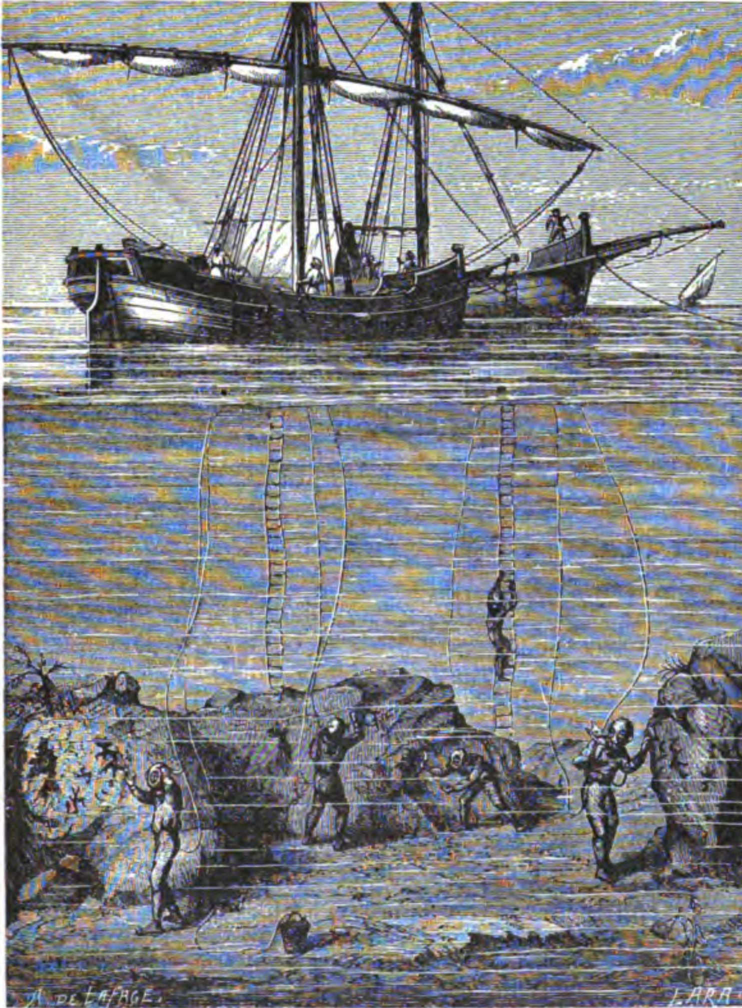


FIG. 351. — Pêcheurs de corail.

Lorsque l'on considère la surface du globe, on est involontairement frappé de la prédominance de l'élément liquide sur

l'élément solide. Sur les 510 millions de kilomètres carrés qui représentent la surface de notre planète, 375 millions sont occupés par la mer.

Il est vrai que ce chiffre n'est qu'approximatif et que l'étendue d'eau doit être plus considérable encore, car le pôle antarctique qui n'a que l'apparence d'un continent deux fois grand comme l'Europe, contient peut-être des mers mystérieuses éternellement congelées. Le récent voyage de la *Belgica* qui s'est plus heureusement terminé que la plupart des expéditions scientifiques ayant pour but l'exploration du pôle arctique, n'a pas donné, à ce point de vue, de résultats concluants, mais il n'est pas douteux qu'un jour viendra où l'homme foulera le point mathématique des pôles avec autant de facilité que les terres inhabitées des autres continents. La tentative d'Andrée pour explorer le pôle Nord en ballon est un acte téméraire sur lequel le dernier mot n'est pas encore dit.

C'est qu'en cherchant à connaître sa planète, l'homme obéit d'instinct à un sentiment naturel, et à ne considérer que les mondes qui se meuvent dans l'infini autour de nous, notre globe est une si infime partie de l'Univers que l'on peut être surpris qu'il existe encore des parties ignorées. En réalité, nous ignorons non seulement d'immenses continents que le soleil éclaire chaque jour, mais encore les trois quarts de la croûte terrestre qui supporte les eaux salées de l'Océan.

Et pourtant la faune et la flore des océans contiennent des êtres inconnus, des variétés dont l'existence n'est que soupçonnée en raison des minces débris qui ont révélé leur origine et qui apparaissent déjà comme des chaînons indispensables pour relier certaines espèces entre elles.

La paléontologie y retrouve de loin en loin, à l'état vivant, les individus dont elle n'a pu étudier que les débris et les fossiles. Conchyliologie ou ichthyologie, toutes les branches de la zoologie gagneront à fouiller ces vastes domaines de la nature, encore inconnus ou à peu près.

La géologie et l'hydrographie y sont plus intéressées que les autres branches des sciences naturelles, car leurs conquêtes

n'auront rien d'abstrait et leur fruit en sera immédiatement profitable au progrès et aux intérêts humains.

Mais, si nous nous plaçons au point de vue purement spé-

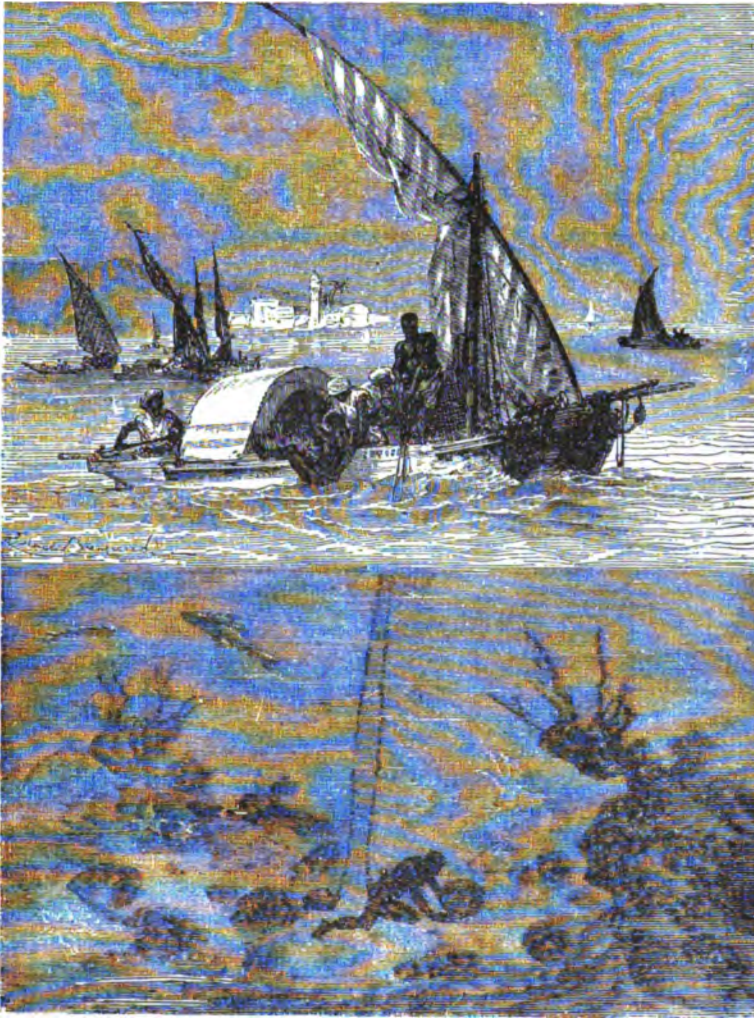


Fig. 352 — Pêcheurs d'éponges.

culatif, que de richesses inutilisées, que de trésors engloutis n'apercevons-nous pas ?

Les coraux en arbre, les blocs d'ambre gris dont la valeur courante est de cinq à six mille francs le kilo, les éponges gigantesques et superfines, les nacres géantes, irisées comme des opales, les coquillages monstrueux et les perles de toute taille, suffiraient à exciter, au plus haut point, le désir de draguer les fonds de l'océan, non au hasard de la rencontre, mais avec choix et discernement.

L'homme en sillonnant les mers sur des navires de toute forme et de tout tonnage, en transportant les richesses naturelles d'un continent à un autre, a perdu de ci, de là, au hasard des récifs sournois, des tempêtes, des cyclones et des abordages, une quantité extraordinaire de vaisseaux chargés de richesses manufacturées ou naturelles dont l'ensemble représente un chiffre réellement fantastique. Les épaves de certains sinistres maritimes viennent ajouter les dangers de l'écueil flottant à toutes les autres causes. Les nombreux appareils dont nous venons de donner la description, n'eussent-ils que ce mérite de pouvoir détruire à toute profondeur les épaves coulées entre deux eaux, qu'ils devraient être accueillis par l'humanité civilisée comme un des plus grands progrès modernes.

Si les épaves des grands sinistres maritimes offrent un intérêt puissant au point de vue spéculatif, les richesses naturelles de la mer ne sont pas non plus à dédaigner, et chaque découverte scientifique se doublera souvent d'une valeur industrielle dont il n'est pas possible d'estimer dès à présent l'importance.

Outre les immenses richesses que fourniraient les cultures des fonds marins, quelles souffrances, grâce à la nouvelle découverte de cette fin de siècle ne seraient pas épargnées !

Demain, avenir, chaque an nouveau porte sa peine et son progrès, son mal et son remède. Le temps viendra, il y faut croire, où un minimum de peines donnera, grâce à la science, des résultats tels que les pénibles besognes, presque supprimées, laisseront à l'humanité le loisir de penser, rêver, créer, jouir du passé en faisant naître de futures joies.

FIN DU TOME PREMIER

NOTE I

CONCOURS OUVERT PAR L'AMIRAUTÉ DES ÉTATS-UNIS POUR LA CONSTRUCTION D'UN TORPILLEUR SOUS-MARIN

(*Les guerres navales de demain, par le Commandant Z.-H. de Montechaut*)

Pour être acceptables, les plans de plongeurs devront indiquer comment pourra être manœuvré le bâtiment dans tous les cas qui sont susceptibles de se présenter, et surtout comment il sera conduit dans une action à distance.

Les qualités primordiales à exiger de pareils navires sont : la vitesse, la sûreté de route, l'invisibilité et la protection contre les feux de l'ennemi. Il est indispensable que les calculs annexés aux plans fassent voir la valeur de chacune de ces forces en même temps que les avantages qui résulteraient de la diminution de l'une d'elles au profit des autres.

Le département, n'ayant aucune connaissance des moyens les meilleurs pour assurer l'approche d'un objet constamment en mouvement et changeant continuellement de direction, estime que ce but ne paraît guère pouvoir être obtenu que par le maintien d'une visibilité continue ou, encore, à intervalles très rapprochés, et il en conclut la nécessité d'une très grande vitesse aussi bien au-dessous de l'eau qu'au dessus ; si en dedans de la zone dangereuse une partie de la vitesse à la surface peut être sacrifiée pour obtenir une protection d'eau, encore faut-il que ce moyen de protection ne fasse point perdre une trop grande part des chances de succès. Pour mieux préciser, le plongeur doit être considéré dans trois positions différentes :

1° A flot, naviguant comme un bateau ordinaire ;

2° A fleur d'eau, naviguant presque masqué, mais pouvant voir ;

3° Sous l'eau, protégé, mais n'y voyant pas.

Conditions de vitesse. — Le sous-marin devra fournir :

15 nœuds à flot, — 12 nœuds à fleurs d'eau, — 8 nœuds sous l'eau.

Endurance. — Il devra pouvoir naviguer au moins trente heures à flot ou à fleur d'eau à toute vitesse, et seulement deux heures sous l'eau, mais la force d'au-dessus de l'eau devra pouvoir, à l'occasion, se transformer en force utilisable sous l'eau.

Manœuvre. — Pour ne pas rester trop longtemps exposé aux coups de l'ennemi, le plongeur devra pouvoir passer en moins de trente secondes de la position à fleur d'eau à la position sous l'eau.

Au repos, il devra être capable de se maintenir à une profondeur invariable ; mais ce *desideratum* ne semble pas réalisable par le simple effet d'une variation dans le poids spécifique du navire.

En marche, l'immersion devra être facile à conserver, et le bateau devra pouvoir tourner très rapidement sans renverser la marche de ses hélices.

Stabilité. — En quelque position que se trouvera le sous-marin, il devra posséder une bonne stabilité. Celle-ci dépendant en grande partie de la flottabilité du navire, il ne faudra jamais se débarrasser complètement de cette dernière, à moins qu'il ne soit nécessaire de reposer sur le fond, dans le but de conserver de la puissance motrice.

Solidité. — La coque du submersible devra être suffisamment forte pour supporter une pression d'eau extérieure correspondant à 150 pieds d'immersion.

Pouvoir offensif. — Le bâtiment devra être capable de lancer, dans de bonnes conditions d'attaque contre un navire en marche, des torpilles portant des charges d'au moins 50 kilogrammes de substance explosive.

Les moyens pour atteindre ce but sont laissés à la disposition des inventeurs; mais il y a lieu d'insister sur ce point que la méthode qui donnera la plus grande portée sous l'eau, avec justesse, devra être préférée.

La rapidité de lancement, la grandeur de l'angle dans lequel les torpilles pourront être tirées, le nombre des torpilles que l'on pourra porter seront autant de facteurs à considérer au point de vue de la puissance offensive.

En dehors de ces principaux *desiderata*, le bateau devra posséder les moyens susceptibles de permettre au commandant de voir et de suivre l'objet attaqué, soit quand il navigue à fleur d'eau, soit quand il marche sous l'eau.

Une vision circulaire, un instrument remplaçant les compas ordinaires, sont à rechercher.

Il faudra aussi étudier les questions de l'aération intérieure, de la température, de l'échouage, du déséchouage, de l'éclairage, etc.

La plus grande initiative sera laissée aux constructeurs, quant au choix des organes susceptibles de réaliser le but proposé.

NOTE II

CONCOURS OUVERT PAR LA MARINE FRANÇAISE POUR UN TORPILLEUR SOUS-MARIN

I. — Il est ouvert au Ministère de la Marine un concours pour l'élaboration d'un projet de torpilleur sous-marin parmi les constructeurs et les personnes étrangères à la marine qui s'intéressent à la question.

Les conditions minima à remplir sont, comme indications :

Vitesse : 12 nœuds;

Distance franchissable totale : 100 milles à 8 nœuds;

Distance franchissable sous l'eau : 10 milles à 8 nœuds;

Deux torpilles prêtes à être lancées.

II. — Les concurrents chercheront d'ailleurs à dépasser les conditions ci-dessus, comme vitesse, à fleur d'eau et sous l'eau, comme distance franchissable, comme durée de l'immersion possible sous l'eau, comme armement.

Toute latitude est laissée aux concurrents, en ce qui concerne les mécanismes de direction et de plongée, etc.

Le déplacement total du bâtiment ne devra pas dépasser 200 tonneaux.

Chaque concurrent devra remettre une étude complète comprenant :

1° Une note indiquant les vues d'ensemble d'après lesquelles son projet a été établi et les conditions qu'il se propose de réaliser;

2° Un plan des formes de torpilleur;

3° Une coupe au maître et des coupes diverses en nombre suffisant pour définir exactement la charpente du navire et permettre au besoin d'en entreprendre l'exécution;

4° Un devis des échantillons;

5° Des calculs de résistance justifiant l'indéformabilité de la coque immergée à une profondeur de 30 mètres;

6° Un devis des poids;

7° Des plans détaillés des emménagements;

8° Des plans d'ensemble de l'appareil moteur, appuyés du calcul des dimensions principales de cet appareil;

9° Des plans détaillés des appareils de plongée, des régulateurs d'immersion, des gouvernails de direction, etc.;

10° Des plans détaillés des appareils militaires;

11° Des plans détaillés des appareils spéciaux que l'inventeur croira devoir proposer pour atteindre tel ou tel but particulier.

Les plans d'ensemble seront à l'échelle de $0^m,05$ par mètre, les plans de détail au 1/10.

III. — Les projets présentés au concours devront être adressés à M. le Ministre de la Marine dans le délai d'un an à compter de ce jour. Ils pourront être signés ou anonymes; dans ce dernier cas, les concurrents devront les distinguer par une devise reproduite sur chacun des documents formant l'ensemble du projet.

Toutes les pièces constituant un projet seront accompagnées d'un bordereau détaillé indiquant leur nombre et leur désignation.

IV. — Les projets présentés au concours seront soumis à l'examen du conseil des travaux qui en établira le classement.

Une prime de 10.000 francs sera attribuée à l'auteur du projet classé avec le n° 1.

Des primes moindres pourront être distribuées aux projets classés à un rang inférieur.

V. — En dehors de ce concours pour l'ensemble du projet, il en est également ouvert un pour les inventions nouvelles et appareils de nature à faire progresser quelqu'une des questions accessoires qui se rattachent à l'étude des sous-marins, par exemple :

1° Étude des moteurs permettant la marche réversible, spécialement appropriés à la navigation sous-marine.

Étude des appareils propres à assurer la continuité de l'échelle des vitesses;

2° Appareils de réglage de l'immersion et de la stabilité de route, verticale et horizontale;

3° Appareils de sécurité de toute nature;

4° Appareils de vision;

5° Appareils militaires, etc., etc.

Cinq primes, d'une valeur totale de 10.000 francs, seront décernées, s'il y a lieu.

Les projets présentés au concours d'ensemble pourront participer pour leurs diverses parties au concours de détail.

NOTE III

Voici résumés, d'après le journal de la Marine *le Yacht*, les résultats de ce concours :

« Les projets de sous-marins adressés au Ministère de la Marine, à l'occasion du concours ouvert en 1896, viennent d'être examinés et classés par le Conseil des Travaux. Quarante-sept auteurs ont pris part au concours. Six seulement ont envoyé des projets complets : ce sont MM. Romazzotti, Maugas, Laubeuf, ingénieurs des Constructions navales, Drzewiecki, ingénieur russe, auteur de remarquables travaux théoriques sur l'utilisation des hélices, Forest, inventeur d'un moteur à pétrole spécial, et Philippeau, ingénieur. Les autres concurrents ont borné leur travail à des avant-projets ou à une exposition de leurs idées personnelles sur le sujet. M. Turc, enseigne de vaisseau, et M. Seuchet, commandant de gendarmerie, ont envoyé des descriptions de bâtiments à œuvres-mortes très réduites et cuirassées. MM. Darrieus et Chéron, lieutenants de vaisseau, qui ont commandé les sous-marins que nous possédons déjà, ont rappelé les travaux que précédemment ils avaient adressés au Ministère.

« L'examen des projets a été fait dans le plus grand secret ; aussi, faute d'éléments, est-il impossible d'apprécier leur valeur intrinsèque. D'après leurs dispositions générales, du moins, on peut affirmer que le concours n'a mis en lumière aucune idée absolument originale. Les auteurs des différents projets se sont bornés à perfectionner les types de sous-marins déjà en service ou qui sont actuellement à l'étude ou en construction.

« MM. Romazzotti et Maugas, à qui sont dus les plans du *Gustave-Zédé* et du *Morse*, et qui ont déjà dirigé la construction de nos premiers sous-marins, *le Gymnote* et *le Gustave-Zédé*, ont

envoyé deux projets de bâtiments entièrement mus par l'électricité et inspirés par leurs travaux antérieurs. Ces projets présentent plus que probablement une supériorité notable sur *le Gustave-Zédé* et *le Morse*, mais ils participent fatalement de leurs défauts, faible rayon d'action, vitesse maxima de 13 à 14 nœuds à la surface, obligation de revenir à l'arsenal après chaque sortie pour recharger leurs accumulateurs.

« MM. Laubeuf, Drzewiecki, Forest et Philippeau, ont choisi comme modèle, dans leur travail, le sous-marin dit autonome. Dans ce type, la puissance motrice, au lieu d'être emmagasinée sous forme d'électricité, l'est sous forme de combustible, charbon ou pétrole. Il possède un plus grand rayon d'action que le sous-marin entièrement électrique; comme il est plus facile de trouver du combustible qu'une usine électrique puissante, il est bien plus indépendant que lui.

« Dans les projets de MM. Laubeuf et Drzewiecki, l'appareil moteur se compose d'une chaudière et d'une machine à vapeur ordinaire. M. Forest a donné la préférence à un moteur à huile lourde de son invention.

« L'idée du torpilleur autonome n'est pas nouvelle. Il y a bien des années qu'un ingénieur des Constructions navales français, M. Terré, a établi pour la première fois un projet de sous-marin autonome. Depuis, M. Forest a présenté une étude dans laquelle la chaudière et la machine à vapeur étaient remplacées par une machine à pétrole. L'idée a été reprise il y a quelques mois par des ingénieurs américains. La Holland Torpedo C^y^ l'a réalisée pour la première fois par la construction du sous-marin *Holland*.

« Le bâtiment décrit dans le projet présenté par M. Drzewiecki, consiste en une coque complètement immergée, qui contient les machines et les appareils de lancement des torpilles et qui supporte un petit pont de manœuvre élevé à une certaine hauteur au-dessus de la surface de l'eau. L'espace, compris entre le pont de manœuvre et le dessus de la coque immergée, forme une sorte de tranche cellulaire remplie par des matières encombrantes.

« La stabilité du bateau ainsi que sa flottabilité sont assurées indépendamment de la tranche cellulaire, qui peut être criblée de projectiles et envahie par l'eau, sans mettre le bâtiment en danger. Les cheminées, les manches à vent, les échelles d'accès à la coque supérieure traversent la tranche cellulaire dans des tubes légèrement

cuirassés. Sur le pont de manœuvre se trouvent le blockhaus du commandant et les appareils de transmission des ordres.

« Dans les mémoires qu'ils ont présentés, MM. Turc et Seuchet partent du même principe : rendre un torpilleur plus ou moins agrandi et modifié, invulnérable à la petite artillerie ; mais, au lieu de recourir à une tranche cellulaire pour assurer cette invulnérabilité, ils préconisent le cuirassement des œuvres-mortes, qu'ils réduisent d'ailleurs au minimum.

« En résumé, comme il fallait s'y attendre, à moins de compter sur une découverte géniale, le concours a permis de comparer les trois types de torpilleurs protégés, dont l'état actuel de la science et de l'industrie rend possible la construction avec quelque chance de succès. Le sous-marin autonome, le torpilleur mixte protégé par une tranche cellulaire ou une cuirasse légère.

« Chacun de ces types a une utilisation déterminée en cas de guerre. Le sous-marin électrique presque aveugle, sans vitesse, contraint d'évoluer à faible distance de l'usine électrique qui alimente ses accumulateurs, ne peut guère que jouer le rôle de torpille vigilante et servir à la défense des rades et des ports ouverts. Il a surtout sa raison d'être par l'effet moral que sa présence présumée produira sur l'ennemi.

« Le torpilleur autonome, qui peut croiser n'importe où, est susceptible de rendre de meilleurs services et de contribuer très efficacement à la défense des côtes et au forcement d'un blocus. Seul le torpilleur protégé peut devenir une arme offensive.

« Il est donc regrettable que le Conseil des Travaux n'ait pas accordé à ce dernier type la même attention qu'aux deux premiers.

« Comme sanction au concours, le Conseil des Travaux a accordé un second prix de 5.000 francs à M. Drzewiecki, un troisième prix de 3.000 francs à M. Forest, et un quatrième prix de 500 francs à M. Philippeau. MM. Romazzotti, Darrieus, Chéron, Laubeuf et Maugas ont reçu chacun une médaille d'or.

« De plus, sur la proposition du Conseil, le Ministre a décidé d'activer la construction du *Morse*, de mettre à l'étude le projet présenté par M. Laubeuf et d'essayer sur un torpilleur l'appareil de lancement des torpilles de M. Drzewiecki et le moteur à pétrole lourd de M. Forest.

« Indépendamment du pas que les projets présentés font certainement faire aux différents problèmes de la navigation sous-marine,

le concours a donc le grand avantage d'activer la construction des sous-marins.

« Jusqu'ici nous avons trop négligé une arme puissante, et que nous avons, sinon inventée, du moins construite les premiers. »

TABLE DES MATIÈRES

TOURS
IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES
6, rue Gambetta, 6

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

